



Instalación fotovoltaica conectada a red de autoconsumo colectivo con venta de excedentes

Conectada a red exterior

Potencia nominal 100,00kW

Potencia pico instalada 185,9 kWp

Y2029629P

OLEH BRYLO

(C:B65681942)

Firmado digitalmente
por Y2029629P OLEH

BRYLO (C:B65681942)

Fecha: 2026.05.28

16:36:43 +02'00'

Proyecto Ejecutivo

Abril

2026

SIIE
C/Balmes, 188 (Planta Sexta)
08006 Barcelona

Titular Instalación.: Energies Renovables Públiques de Catalunya, S.A.U.

Ubicación: Av. Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona

1 ÍNDICE

1	ÍNDICE	1
2	HOJA DE IDENTIFICACIÓN	4
2.1	Emplazamiento	4
2.2	Identificación	4
3	OBJETO	5
4	MARCO LEGAL	6
4.1	Disposiciones y Normativa Eléctrica	6
4.2	Disposiciones y Normativa de Régimen Especial	7
4.3	Disposiciones y Normativa del ámbito de la Seguridad Industrial y Laboral	8
4.4	Disposiciones y Normativa de Compañía Distribuidora	8
4.5	Disposiciones y Normativa Administración Local	8
4.6	Disposiciones y Normativa Construcción	8
5	DESCRIPCIÓN	9
5.1	Emplazamiento	9
5.2	Autoconsumo Colectivo. Criterios de Dimensionado.	9
5.3	Componentes Principales	10
5.3.1	Campo de Captación	11
5.3.2	Equipos de Ondulación	14
5.3.3	Sistema de Monitorización, supervisión y control	18
5.3.4	Equipo de Medida	21
5.3.5	Elementos de Protección y Conducción	22
5.3.6	Conexión a Red	24
5.3.7	Puesta a Tierra	25
5.3.8	Energía Producida	25
5.3.9	Resumen instalación	27
6	NORMATIVA CONSTRUCCIÓN	28
7	ORDENANZA URBANÍSTICA	29
8	PLANIFICACIÓN DE OBRA	30
9	ANEXO A: PRESUPUESTO	32
10	ANEXO B: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS	33

10.1	Configuración eléctrica de la instalación	33
10.2	Dimensionado del cableado de Corriente Continua	35
10.2.1	Ubicación técnica del inversor	36
10.3	Dimensionado del Cableado de Corriente Alterna	36
10.4	Dimensionado de la Puesta a Tierra	38
11	ANEXO C: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	40
11.1	Objeto	40
11.2	Normativa	40
11.3	Características de la Obra	41
11.3.1	Tipo de obra	41
11.3.2	Promotor de la Obra	41
11.3.3	Servicios y Redes de Distribución Afectados por la Obra	42
11.3.4	Tiempo de Ejecución y Mano de Obra	42
11.3.5	Presupuesto de la Obra	42
11.4	Estudio de Riesgos y Medidas de Protección y Prevención	42
11.4.1	Instalaciones Provisionales	42
11.4.2	Instalaciones Contra Incendios	44
11.4.3	Instalaciones de Bienestar e Higiene	45
11.5	Fases de Ejecución de la Obra	45
11.5.1	Montaje del Campo de Captación	45
11.5.2	Instalación y Conexión de los Componentes Eléctricos de la Instalación	47
11.6	Obligaciones del Promotor	49
11.7	Coordinar en Materia de Seguridad y Salud	50
11.8	Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	50
11.9	Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas	51
11.10	Obligaciones de los Trabajadores	52
11.11	Paralización de los Trabajos	52
11.12	Derechos de los Trabajadores	52
11.13	Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud que se Deben Aplicar en las Obras	53
12	ANEXO D: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	54
12.1	Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones en Baja Tensión	54
12.1.1	Condiciones Generales	54
12.1.2	Canalizaciones Eléctricas	54

12.1.3	Conductores	61
12.1.4	Cajas de empalmes	63
12.1.5	Mecanismos y tomas de corriente	64
12.1.6	Mandos y protección	64
12.1.7	Receptores de iluminación	68
12.1.8	Puesta a Tierra	69
12.1.9	Seguridad	72
12.2	Condiciones Técnicas Particulares para Instalaciones Solares Fotovoltaicas Conectadas a Red	73
12.2.1	Objeto del presente pliego de condiciones técnicas particulares	73
12.2.2	Generalidades	73
12.2.3	Definiciones	75
12.2.4	Diseño	77
12.2.5	Componentes y materiales	79
12.2.6	Recepción y pruebas	84
12.2.7	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	85
12.2.8	Distancia mínima entre filas de módulos	87
13	ANEXO E: ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS	89
13.1	Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002	89
13.2	Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en obra.	90
13.3	Medidas para la prevención de residuos en la obra.	91
13.3.1	Prevención en tareas de demolición	91
13.3.2	Prevención en la adquisición de materiales	92
13.3.3	Prevención en la Puesta en Obra	92
13.3.4	Prevención en el Almacenamiento en Obra	93
13.4	Medidas de separación en obra.	93
13.5	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra.	94
13.6	Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables en obra (indicando características y cantidad de cada tipo de residuos)	95
13.7	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO	95
14	ANEXO F: INFORME PVSYST	97
15	ANEXO G: PLANOS	98
16	ANEXO H: FICHAS TÉCNICAS	99

2 HOJA DE IDENTIFICACIÓN

2.1 Emplazamiento

Dirección	Av. Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona		
Localización	Coordenadas UTM (30-T)	X = 496742.7	Y = 4678239
	Coordenadas Geográficas	Latitud 42.2563425	Longitud 2.9605097
	Referencia Catastral	6984108DG9768S0001GB	

2.2 Identificación

Titular Instalación	Nombre.:	Energies Renovables Públiques de Catalunya, S.A.U.	NIF.:	A72874985
	Dirección.:	c/ Casp, 15, 3r 08010 Barcelona		
	Telf.	93 857 40 00	email.	autoconsum@lenergetica.cat
Titular punto de suministro	Nombre.:	Institut Olivar Gran	NIF.:	Q6750021E
	Dirección.:	Av. Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona		
	Telf.	972504562	email.	b7007609@xtec.cat
Ingeniería	Nombre.:	Servicio Integral a Infraestructuras Energéticas S.L.	NIF.:	B65681942
	Dirección.:	C/Balmes, 188 (sexta planta). 08006 Barcelona (Barcelona).		
	Telf.	932 208 154	email.	info@sii-e.com
DEPARTAMENTO TÉCNICO				
	Ingeniero.:	Oleh Brylo	NIF.:	Y2029629P
	Telf.	932 208 154	email.	Nº Colegiado.: 28485 tramitacionsolarendesa@mail.wattwin.com

3 OBJETO

El presente documento tiene por objeto definir el diseño y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100,00 kW de potencia nominal instalada; acogida a la modalidad de autoconsumo colectivo con venta de excedentes según lo establecido en el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*.

Dicho sistema comprende desde el campo fotovoltaico de generación hasta la interconexión con la caja general de protecciones del instituto; así como todos aquellos sistemas e instalaciones que se requieran tanto para su correcto funcionamiento como para su protección.

El diseño, dimensionado, instalación y montaje de toda la instalación tiene que estar bajo el cumplimiento de las diferentes disposiciones y normativas generales y específicas vigentes. En el presente proyecto técnico se dan las justificaciones necesarias para el cumplimiento de la normativa de aplicación en el ámbito de la energía solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en baja tensión, así como en materia de seguridad laboral.

4 MARCO LEGAL

En los siguientes apartados se recoge la legislación y normativa que se ha tenido en cuenta en la elaboración del presente documento y que engloba el conjunto de disposiciones que debe satisfacer una instalación como la aquí descrita.

Especial atención merecen el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. También se considerarán las normas concretas de la compañía de distribución eléctrica (EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U) que detalla los puntos que el reglamento deja a su elección y, las Hojas de Interpretación del Reglamento Electrotécnico publicadas por la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Del mismo modo que se tendrán en cuenta también todas aquellas disposiciones y ordenanza específicas que requiera la administración local, tanto a nivel técnico como administrativo y/o legal.

4.1 Disposiciones y Normativa Eléctrica

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, sobre procedimientos de autorización de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 2019/1997, del 26 de diciembre, por el que se autoriza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Orden ITC/1522/2007, del 24 de mayo, por el cual se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Reglamentación vigente de baja tensión: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y las instrucciones MIBT Complementarias al Reglamento para Centrales Eléctricas i Estaciones Transformadores.
- Decreto 363/2004, de 24 de agosto, por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Decreto 74/2007, de 27 de marzo, por el cual se modifica el artículo 13.1 del Decreto 363/2004, de 24 de agosto, por el que se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

4.2 Disposiciones y Normativa de Régimen Especial

- Real Decreto 661/2007, del 25 de mayo, por el cual se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

4.3 Disposiciones y Normativa del ámbito de la Seguridad Industrial y Laboral

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- UNE-EN 61730 Calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción
- UNE-EN 61215 Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Calificación del diseño y homologación.

4.4 Disposiciones y Normativa de Compañía Distribuidora

- GUÍA VADEMÉCUM PARA INSTALACIONES DE ENLACE EN BAJA TENSIÓN. 3ª Edición, revisión 1 de febrero de 2014. ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, SLU.

4.5 Disposiciones y Normativa Administración Local

- Normas Urbanísticas del PGOU Figueras.
- Decreto-ley 16/2019, de 26 de noviembre, de medidas urgentes para la emergencia climática y el impulso a las energías renovables.
- Instrucció DGI 12/2023, sobre condicions i procediment a seguir, en matèria de seguretat industrial, per posar en servei les instal·lacions d'autoconsum fotovoltaiques que s'acullin al règim de compensació d'excedents en baixa tensió.

4.6 Disposiciones y Normativa Construcción

- Decreto 195/1963, de 17 de enero de 1963, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación MV 101-1962: "Acciones en la edificación".
- Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre de 1988, de modificación parcial de la Norma MV-1962 "Acciones en la Edificación", que además pasa a denominarse NBE AE-88 "Acciones en la Edificación".

Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre de 1988, de modificación parcial de la Norma MV-1962 “Acciones en la Edificación”, que además pasa a denominarse NBE AE-88 “Acciones en la Edificación”.

5 DESCRIPCIÓN

5.1 Emplazamiento

Para el inmueble situado en Av. Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona; con accesos desde la misma para peatones y vehículos, se dispone la instalación fotovoltaica, descrita en este documento, por una parte:

- **Campo de Captación:** En cubierta del instituto.

Y por otra:

- **Resto de componentes:** En pared exterior para inversores y cuadro de protección.



Fig. 3 Accesos y ubicación del campo de captación

5.2 Autoconsumo Colectivo. Criterios de Dimensionado.

El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, establece que “un sujeto consumidor participa en un autoconsumo colectivo cuando pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica que proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”.

El mismo Real Decreto establece que, para realizar autoconsumo colectivo a través de red exterior, deberá cumplirse con al menos una de las siguientes condiciones:

- La conexión se realice a la red de BT que se deriva del mismo centro de transformación al que pertenece el consumidor.
- Se encuentren conectados, generación y consumos, a una distancia entre ellos menor de 500 metros, medidos en proyección ortogonal en planta entre los equipos de medida. En el caso particular de instalaciones fotovoltaicas esta distancia podrá ser de hasta 2.000 metros* siempre que la instalación se ubique en su totalidad en:
 - Cubiertas de una o varias edificaciones, o
 - Suelo industrial, o
 - Estructuras artificiales con otro uso principal.
- La instalación generadora y los consumidores asociados se ubiquen en la misma referencia catastral, tomada como tal si coinciden los 14 primeros dígitos (con la excepción de las comunidades autónomas con normativa catastral propia).

*Según las modificaciones introducidas por el artículo 18 del Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril.

La instalación proyectada se ha dimensionado para obtener un aprovechamiento máximo de la superficie disponible en la cubierta, puesto que, al tratarse de una instalación de autoconsumo colectivo a través de red, se busca abastecer el máximo número posible de hogares cercanos. No habrá producción en los períodos nocturnos o en aquellos en los que la instalación esté fuera de servicio o desconectada. Del mismo modo, la producción será mínima en días que presenten condiciones climatológicas de baja radiación.

La instalación es en modalidad de autoconsumo colectivo, de modo que se instalará un contador de generación y otro de consumo, que permita medir la generación neta de la instalación y el consumo asociado a todos los consumidores. El dimensionado se realiza en base a un compromiso entre:

- configuración eléctrica (ver apartado 5.3.1 Campo de Captación),
- espacio disponible para la instalación (en especial el que se requiere para el campo de captación),
- la minimización de la cantidad de excedentes generados,
- la maximización de la cobertura solar de los consumos,
- la obtención de un retorno de la inversión razonable.

5.3 Componentes Principales

La instalación diseñada es asimilable a una pequeña central de producción eléctrica, cuyos principales componentes se pueden resumir, a grandes rasgos, en los siguientes:

- *Campo de Captación*
- *Equipos de Ondulación*
- *Sistema de monitorización/comunicaciones*
- *Protecciones*
- *Conexión a Red Exterior*

5.3.1 Campo de Captación

Se considera como campo de captación al conjunto formado por:

- Módulos fotovoltaicos, su conexionado, cableado y conducciones utilizadas, que discurren por la cubierta del edificio.
- La estructura de soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, para poder realizar un correcto dimensionado (teniendo presentes los criterios establecidos en el apartado 5.2 Funcionamiento y Criterios de Dimensionado), y en base a la descripción realizada de **Campo de Captación**, es necesario determinar:

- Los **PARÁMETROS GENERALES** (ubicación del campo como tal),
- El tipo de **Cubierta/Espacio seleccionado para instalar el Campo de Captación**.

Esta información es la base del criterio de selección, por un lado, para la solución estructural, y por otro, como limitante (en cuanto a espacio físico), para el dimensionado eléctrico (**CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA**).

PARÁMETROS GENERALES

Disposición.: *Siguiendo las líneas principales de la cubierta del edificio.*

Ubicación.: *En cubierta inclinada del edificio.*

Referencias.: *Cubierta inclinada. Panel sándwich.*

CUBIERTA / EMPLAZAMIENTO CAMPO DE CAPTACIÓN

Tipo.: *Cubierta inclinada de chapa (panel sándwich), estructuras dispuestas de forma coplanar*

Orientación.: *40º Sur, -50º Oeste, -140º Sur*

Inclinación.: *5.7º*

Sombreado.: *0%*

ESTRUCTURA

Tipo.:

Estructura fija coplanar sobre cubierta conformada por perfiles portantes de aluminio con alas. La fijación de la estructura a la cubierta será mediante tornillos auto taladrantes. La fijación de los módulos a éstos será mediante pinzas atornilladas. Se dispondrá de una cinta de estanqueidad de Butileno en los puntos de fijación entre perfil y la cubierta



Material.: Aluminio

Configuración.:

Disposición de Módulos.:

Coplanar

Inclinación.:

5.71 °

Características.: Superficie Ocupada
Peso (estructura)

873,42 m²

1695 kg

Referencias.:

Anexo Planos.

En lo relativo a la configuración eléctrica, es preciso mencionar, junto a lo comentado anteriormente que, para poder realizar una configuración eléctrica adecuada a las características de la instalación y viable desde un punto de vista técnico (funcionamiento dentro del rango de operación del equipo de ondulación) se deben tener en cuenta, además, los siguientes criterios:

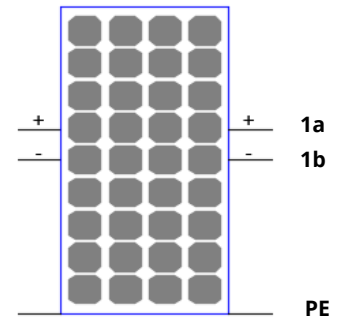
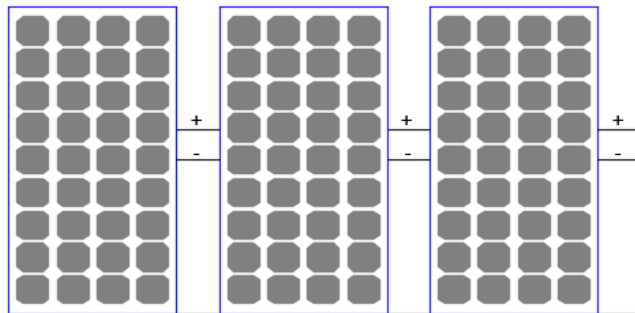
- **Mejor rendimiento de conversión:** se obtiene cuanto más cercana a la tensión en CA.
- **Menores pérdidas por desviaciones de características de los módulos fotovoltaicos:** Se obtiene cuantas menos series de módulos se conecten en paralelo; lo que implica series más grandes y tensiones más altas.
- **Mayor seguridad:** Se obtiene al trabajar con tensiones más bajas, que reducen tanto el daño por contacto directo, como el riesgo de arco fotovoltaico.
- **Menor coste de cableado:** se obtiene al trabajar con tensiones más altas, ya que la sección del cable puede ser menor, en especial cuando la distancia entre el equipo de ondulación y el campo de captación es relativamente grande.

En base a todo ello, se llega a establecer la configuración eléctrica descrita a continuación.

CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

Configuración.: 11 series de 20 módulos, 2 series de 17 módulos, 4 series de 15 módulos, 2 series de 12 módulos

Denominación.: Series Tipo I, Tipo II, Tipo III, IV,



Potencia Series Tipo I.: 1 x 110 kWp

Potencia Series Tipo II.: 1 x 19,8 kWp

Potencia Series Tipo III.: 1 x 9,35 kWp

Potencia Series Tipo IV.: 1 x 33,0 kWp

Cable Solar (1a, 1b).: 1 x 6 mm² 1,5 / 1,5kV DC H1Z2Z2-K*

Cable de protección (PE).: 1 x 6 mm² RZ1-K

Módulos Fotovoltaicos (para todas las series)

Fabricante.:	LONGI		Modelo.:	LR5-72HPH-550M		Cantidad.:	338	
Características.:	V _{mppt} [V]	41,95	I _{mppt} [A]	13,12	V _{oc} [V]	49,8	I _{sc} [A]	13,98
Peso Unitario [kg]	27,5		Peso Total [kg]		9.295	Dimensiones [mm]		2278x1134x35
Potencia Pico [W]	550							

Cada uno de los módulos:

- Es independiente y está provisto de una caja de conexiones con tapa registrable completamente integrada en su estructura. En esta caja de conexiones se encuentran los diodos de by-pass de cada módulo.
- Está marcado con una placa identificativa que indica el nombre del fabricante, modelo, número de serie y características eléctricas.

- Grado de protección es IP68.
- Cuenta con un marco de aluminio, adecuado para su fijación mecánica sobre la estructura de anclaje a la cubierta; fijación realizada mediante una unión tipo tuerca y tornillo.
- Dispone de una certificación IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716 y declaración de conformidad CE.

5.3.2 Equipos de Ondulación

El equipo de ondulación (también denominado inversor) es un dispositivo diseñado para convertir corriente continua, como la procedente del campo de captación (la generación de los módulos fotovoltaicos es en continua) en corriente alterna, sincronizada con la red eléctrica de distribución. Su funcionamiento está completamente automatizado; la electrónica de potencia que lleva implementada se encarga de controlar la tensión, la frecuencia de la red y la producción de energía. Se trabaja siempre dentro de un rango en el que el binomio entre tensión y corriente proporcione la máxima potencia posible en cada instante (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos. Esto implica que cuando la radiación solar incidente sobre los módulos no es suficiente para suministrar electricidad, el inversor permanecerá a la espera, sin generar.

Para la entrada en funcionamiento de la electrónica de potencia del inversor, ésta debe estar alimentada. Dicha alimentación proviene directamente del campo fotovoltaico durante el período de tiempo en el que éste es capaz de generar electricidad. El tiempo restante, el inversor se alimenta de la red de distribución eléctrica. Los consumos asociados a su funcionamiento, especialmente durante el período nocturno, son muy bajos.

Con el fin de simplificar la conexión de elementos y, al mismo tiempo, reducir pérdidas por elementos intermedios, se opta por seleccionar un equipo de ondulación de Tipo String. Estos modelos de inversores incorporan las protecciones, especialmente en el lado de continua, que requiere el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (protección contra sobretensiones, circulación de corriente inversa, seccionador). De este modo, la mayoría de las protecciones del lado de continua se encuentran incorporadas en el propio inversor, y sólo se dispondrá de un cuadro de protección de corriente continua con dos fusibles para cada string (uno para cada polo), para ofrecer un grado de protección adicional a la que se tiene de serie.

Finalmente, debido al espacio disponible y a la tipología de inversor seleccionado para la presente instalación, se tiene:

PARÁMETROS GENERALES

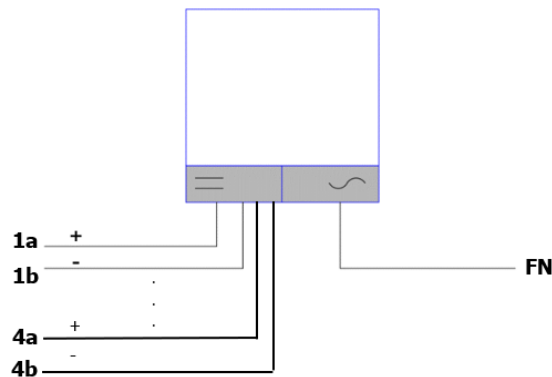
Disposición.: *Mural*

Ubicación.: *En el muro exterior cerca de TMF degeneración*

Referencias.: *Anexo Planos.*

CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA INVERSOR 1

Configuración Inv.:	Entradas	2	MPPTS	10	Número de Series	19	Tipo Serie	Series I, II, III, IV
---------------------	----------	---	-------	----	------------------	----	------------	-----------------------



Potencia Salida Inversores.: 100,00 kVA con $\cos \Phi = 1$ (a 400V/50Hz)

Sección/Tipo cableado entrada (1a, 1b).: 1 x 6 mm² 1,5 / 1,5kV DC H1Z2Z2-K

Sección/Tipo cableado salida (FN).: 4 x 95 mm² + TT50 mm² 0,6 / 1kV XLPE RZ1 - K(AS)

Conexión Comunicaciones.: RS485 / WLAN

Inversor

Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M2

Características eléctricas

Valores de entrada

Tensión máxima de entrada FV	1100 V
Tensión mínima de entrada FV / Tensión de arranque	200V / 200 V
Rango de tensión MPP	540 V – 800 V
Número de entradas MPP independientes	10
Número máximo de conectores de entrada por MPPT	2
Intensidad de corriente máxima de entrada FV por MPPT	30 A
Intensidad de corriente de cortocircuito de CC por MPPT	40 A

Valores de salida

Potencia nominal activa de CA	100.000 W
Máxima potencia aparente de CA	110.000 VA
Intensidad de corriente máxima de salida CA	160,4 A
Tensión nominal de CA	3W + N + PE, 400 V
Frecuencia nominal red de CA	De 50 Hz / 60 Hz
THD	≤3 %

Factor de potencia ajustable

0,8 capacitivo – 0,8 inductivo

Eficiencia

Eficiencia máxima	98,60 %
Eficiencia europea	98,40 %

Datos generales

Dimensiones (largo x ancho x alto)	1035x700 x365mm
Peso	93 kg
Grado de protección	IP66
Consumo nocturno	≤ 3,5 W
Rango de temperatura ambiente de funcionamiento	Entre -25°C i 60°C
Humedad de operación relativa	0 – 100 %
Ventilación	Sistema Inteligente de Refrigeración Forzada
Altitud máxima de funcionamiento	4.000 m

Cumplimiento de estándares

Estándares de conexión a red eléctrica y certificaciones	VDE-AR-N4105, EN50549-1, EN50549-2, RD661, RD1699, C10/11 EN62109-1/-2, IEC62109-1/-2, IEC62116, IEC61727, IEC60068, IEC61683
--	--

Referencias.:

Anexo Planos. Anexo Documentación Técnica.

Es preciso remarcar que el inversor cumple todas las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética e incorpora las siguientes protecciones interiores:

- **Desconexión automática cuando *se produzca un fallo en la red eléctrica*.** En caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor entra en cortocircuito y por tanto se desconectará. No permitiendo, en ningún caso, su funcionamiento en isla, y volviéndose a conectar cuando se restablezca la tensión en la red eléctrica.
- **Desconexión automática cuando *la tensión o la frecuencia estén fuera de rango*.** Si la onda eléctrica está fuera de los márgenes de tensión $0,85 \cdot U_{nom}$ y $1,1 \cdot U_{nom}$ y/o de frecuencia 47,5Hz y 51,5Hz, el inversor no mantendrá tensión en la línea de distribución, reconectándose automáticamente cuando se encuentre dentro de los límites mencionados.
- En caso de tensión y/o frecuencia fuera del rango anteriormente mencionado el inversor se desconectará en un tiempo máximo de 0,2 segundos.
- El inversor dispone de un sistema de ventilación por convección natural o bien ventilación inteligente. En el caso que la temperatura interior del equipo aumente, éste está diseñado para entregar menos

potencia para no sobrepasar la temperatura límite; si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

- Reconexión automática después de una desconexión, cuando los valores de la red estén dentro del rango nominal.
- Garantía de aislamiento galvánico, entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica.
- Un equipo descargador de sobretensiones para la protección contra relámpagos y posibles perturbaciones que se produzcan.

Además, el propio inversor contará con todas las protecciones exigidas para este tipo de aplicaciones, según Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia:

- Evitará el funcionamiento en isla.
- Limitará la máxima y mínima tensión y frecuencia.
- Protección contra contactos directos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.
- Niveles de emisiones e inmunidad de armónicos según EN50081 parte 1 (EN60555, EN55014) y EN50082 parte 1.
- Evitará la transferencia de tensiones.
- Asegurará la simetría de los algoritmos de comunicaciones.

5.3.3 Sistema de Monitorización, supervisión y control

Antes de la finalización de la obra y tras el montaje y cableado de la instalación, será necesario integrar un sistema de transferencia de datos, por un lado, en el Sistema de Información Energética (SIE) de Infraestructures.cat y L'Energètica y, por otro, en el sistema de gestión y control de instalaciones que esté en funcionamiento en el propio centro, de forma que se permita la operación remota de estas instalaciones por parte de Infraestructures.cat.

Una vez integrados estos sistemas, la generación fotovoltaica se visualizará en el equipamiento público donde se haya realizado la instalación y se llevará a cabo la monitorización a distancia a través de la plataforma DEXMA.

A nivel de hardware se requerirán los siguientes equipos:

- Analizador de redes o contador de energía eléctrica: la lectura del consumo de energía del edificio se realizará colocando los transformadores de intensidad (TIs) en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) o TMF de generación. Se recomienda que sea compatible con el sistema de control o monitorización del inversor por dos razones: (1) poder operar la instalación fotovoltaica sin inyección y (2) facilitar la integración y monitorización. Este dato deberá capturar todo el consumo del centro (en los casos de autoconsumo colectivo).
- La comunicación del medidor de energía será a través del sistema de control o inversor. El contratista debe asegurar que la información del contador pueda ser monitorizada por el router IXON que dispone de comunicaciones Modbus TCP.
- Sonda meteorológica digital: este dispositivo dispondrá de los siguientes datos a monitorizar:
 - Temperatura ambiente (°C). El rango de medida será de -40°C a 90°C.
 - Temperatura de célula. El rango de medida será de -40°C a 90°C.
 - Radiación solar (irradiancia). El rango de medida será de entre 0 y 1.500 W/m².

Para garantizar que la comunicación entre los distintos elementos sea correcta, se preverá el cableado y el acceso a internet para asegurar la comunicación entre dispositivos, así como el acceso a internet para que sea integrable en otros sistemas de monitorización, así como en el propio sistema de monitorización y telemando del edificio. El sistema cumplirá con una de las siguientes configuraciones según el fabricante del inversor:

5.3.3.1 COMUNICACIÓN RS485 ENTRE INVERSORES Y DATALOGGER

Se seguirán en todo momento las IPs que se indican en el pliego de prescripciones técnicas del sistema de información energética, que son las siguientes:

- Puerta de enlace del IXON: 10.10.10.1
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Sistema fotovoltaico (FV): 10.10.10.50 (y en adelante)
- IP Concentrador: 10.10.10.230 (si procede)
- IP Datalogger: 10.10.10.50 [(nº inversor + 1)]

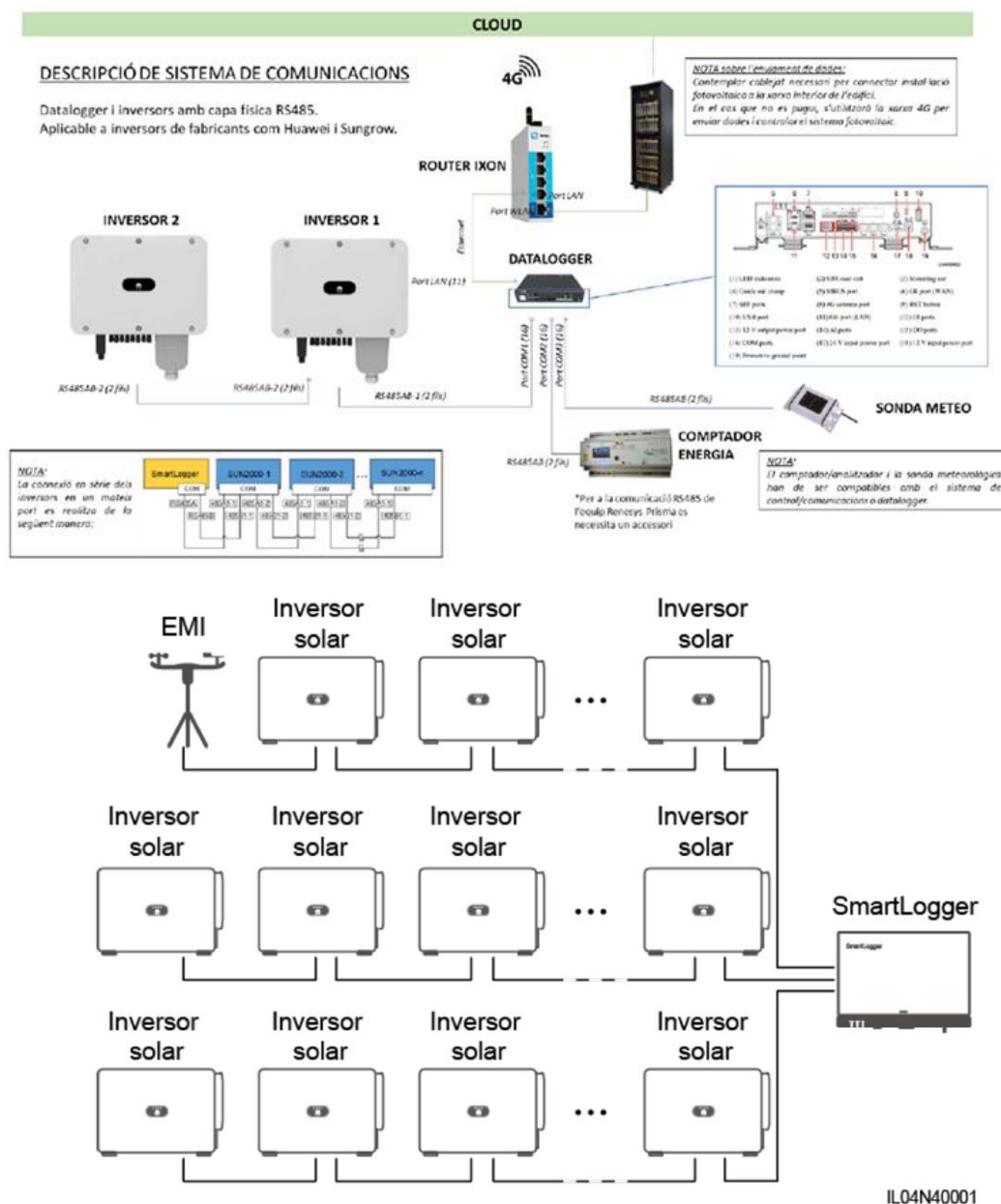


Fig. 4 Esquema de comunicació entre inversor y datalogger

Actualmente, el edificio objeto del proyecto dispone de los siguientes elementos:

- Fabricante y modelo: Router IXON 4G M2M

5.3.3.2 PASARELAS

Las pasarelas de comunicaciones permiten cambiar el medio físico por el que se transmite la información, así como el protocolo de comunicaciones utilizado. Estos equipos permiten conectar medidores con concentradores de datos que, a priori, utilizan tecnologías de comunicación diferentes.

A continuación, se recoge un resumen de las características y funcionalidades que deben tener las pasarelas:

- Modbus: El protocolo utilizado para establecer comunicación con el concentrador de datos debe ser Modbus RTU o Modbus TCP/IP.
- Ubicación: Siempre que sea posible y no afecte negativamente a las comunicaciones, se ubicará en el mismo cuadro que el concentrador de datos. En caso contrario, se ubicará en el interior de un cuadro eléctrico cercano a los medidores con los que establece comunicación.
- Protección: Deberá estar protegida con el sistema especificado en el manual o mediante una protección magnetotérmica de 2-6 A.
- Carril DIN: Debe poder instalarse en carril DIN, ya sea de serie o mediante accesorio.
- Alimentación: Se priorizará alimentación a 230 VAC mediante cables unifilares de sección 1,5 mm². En caso de corriente continua, se deberá prever una fuente de alimentación en carril DIN.
- Cable de datos: Si utiliza cable de datos, y el router IXON está en el mismo cuadro o próximo, se utilizará U/UTP categoría 6. Si no está próximo y el cable comparte canalización con cables eléctricos, se usará F/UTP categoría 6.
- Bus RS-485: Se utilizará cable de 2x1 mm² trenzado y apantallado. También se puede usar cable F/UTP categoría 6 (3 hilos). Se instalarán resistencias de 120 Ω al inicio y final del bus.

En el caso de pasarelas que convierten un medio cableado a inalámbrico:

- LoRa: La tecnología inalámbrica debe ser LoRa. Cualquier otra deberá justificarse y aprobarse previamente.
- Antena: Se evitará ubicar la antena dentro de cuadros metálicos. En ese caso, se instalará una antena externa mediante cable.
- Repetidores: Se minimizará su uso. Si hay problemas de comunicación, se reubicará la pasarela antes de considerar repetidores.

5.3.3.3 MEDIDORES

Los medidores son los elementos que registran las variables energéticas y de confort del edificio.

Características principales:

- Protección: Si se alimenta de red, deberá contar con protección según manual o magnetotérmica de 2-6 A.
- Alimentación: Preferiblemente 230 VAC con cable de 1,5 mm². Si es en continua, se usará fuente en carril DIN.
- Cable de datos: U/UTP categoría 6 si el router está próximo; F/UTP categoría 6 si comparte canalización con cables eléctricos.
- Bus RS-485: Cable de 2x1 mm² trenzado y apantallado o F/UTP (3 hilos), con resistencias de 120 Ω en extremos.

Se recomienda el uso de transformadores de intensidad de núcleo abierto para reducir el tiempo sin suministro eléctrico en el edificio. Se instalarán preferentemente en la TMF de consumo.

El medidor se colocará lo más cerca posible de los transformadores de intensidad y se conectará al sistema de control según el tipo de comunicación (RS-485, Ethernet, etc.). Se instalará sobre carril DIN dentro de la TMF de consumo o generación, protegido de las inclemencias meteorológicas.

5.3.4 Equipo de Medida

Se colocará un nuevo contador en una CPM nueva de obra, para la generación de la fotovoltaica. Éste se ubicará en un módulo de medida individual en cumplimiento de la normativa de la compañía distribuidora.

Se va a instalar, un equipo de medida trifásico en la parte de la producción de la instalación fotovoltaica, del cual nos va a indicar la producción tiempo real.

Disposición.: *En el cuadro de protecciones AC.*

Fabricante.:	HUAWEI	Modelo.:	DDSU666-H	Cantidad.:	1
---------------------	--------	-----------------	-----------	-------------------	---

5.3.5 Elementos de Protección y Conducción

5.3.5.1 Protecciones y conductores en corriente continua

La protección contra contactos directos e indirectos se realiza en base al cumplimiento de la instrucción ITC-BT 24 y vendrá dada por la inaccesibilidad a las partes activas de la instalación y por la interposición de obstáculos que impiden un contacto accidental.

El cableado utilizado para unir el campo de captación con la entrada de los equipos de ondulación es de cobre unipolar de doble aislamiento de tipo XLPE H1Z2Z2-K de 1,5/1,5kVdc; de modo que la caída de tensión entre el campo de captación y el punto de conexión no sea superior al 1,5 %, para minimizar al máximo las pérdidas de producción.

Esta línea, desde el campo de captación hasta la entrada del inversor, discurre por bandeja de rejilla tipo Pemsaband o similar, y la bajada por fachada también se realizará mediante este tipo de bandeja pero con tapa; con dimensiones conforme a lo establecido en las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Para el dimensionado de los conductores, los cálculos se efectuarán desde el punto de vista de densidad de corriente, caída de tensión y cortocircuito; considerando la utilización de la totalidad de la potencia instalada, es decir, funcionando a plena carga. Para el cálculo de las secciones de los conductores, se sigue lo estipulado por la instrucción ITC –BT 07, ITC – BT 21 y el Anexo II del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; quedando la distribución como la establecida en el apartado 5.3.1 Campo de Captación.

5.3.5.2 Protecciones y conductores en corriente alterna

La protección contra contactos directos se efectuará de acuerdo con la instrucción ITC-BT 24 y vendrá dada por la inaccesibilidad a las partes activas de la instalación y por la interposición de obstáculos que impidan un contacto accidental.

La protección contra contactos indirectos se efectuará por medio de interruptores diferenciales, usados como dispositivos de corte por intensidades de defecto.

La sensibilidad de los relés diferenciales será de 300 mA y estará en concordancia con la resistencia de la toma de tierra; asegurando que no pueda haber una tensión de contacto superior a los 24 V.

A parte de las protecciones que solicita el reglamento, y que ya incorporan los equipos de ondulación, se colocará:

Características del Cuadro de Protecciones de CA

Disposición.:

Mural. Un cuadro para inversor.

Características.:	Número de Módulos por Fila	12	Número de Filas	2	Medidas [mm]	440x448x160
-------------------	----------------------------	----	-----------------	---	--------------	-------------

Material

Polímero Autoextinguible

Ubicación.:*En sala de inversores en planta baja.***Componentes.:**

Magnetotérmico salida	Cantidad	1	Calibre [A]	200	Polos	4P	Tensión [V]	4x400
-----------------------	-----------------	---	--------------------	-----	--------------	----	--------------------	-------

Interruptor diferencial 1	Cantidad	1	Calibre [A]	200	Polos	4P	Sensibilidad [mA]	300
---------------------------	-----------------	---	--------------------	-----	--------------	----	--------------------------	-----

Sobretensiones	Cantidad	1	Tipo Sobretensiones	Permanentes y transitorias	Categoría	III
----------------	-----------------	---	----------------------------	----------------------------	------------------	-----

Referencias.:*Anexo Planos.*

Los conductores utilizados serán, según la ITC – BT 14, cables de tensión nominal asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (XLPE tipo RZ1-K), no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducidas. Representan el tramo de circuito que comprende desde la salida de los equipos de ondulación hasta la entrada de la TMF; situada en el recinto perimetral del instituto, adyacente a la Av. Maria Angels Anglada. Este tramo discurre, inicialmente, por el interior de las envolventes prefabricadas, soterrado. Finalmente, se dispondrá el cableado hasta la conexión con la CGP del recinto (soterrado). Tanto las conducciones en montaje superficial como las que van entubadas contienen secciones calculadas según lo estipulado en las instrucciones ITC – BT 07 y 021.

5.3.6 Conexión a Red

En la centralización de contadores de la instalación fotovoltaica, se establecerá un punto de conexión donde se instalará un contador de generación.

El contador de generación medirá la energía producida por la instalación fotovoltaica y contará con un conjunto de protección y medida (TMF) de 250 A, adecuado para registrar la energía generada y, en su caso, la energía inyectada a la red.

Esta configuración permitirá un control eficiente de la energía generada, facilitando el seguimiento de la producción fotovoltaica y garantizando una correcta medición a efectos de gestión y facturación.

Disposición.: *Mural.*

Ubicación.: *Envolvente exterior – Centralización de contadores.*

Elementos de Conexión.:

Magnetotérmico	Cantidad	1	Calibre [A]	250	Polos	4P	Tensión [V]	4x400
Seccionador General LGA	Cantidad	1	Calibre [A]	250	Polos	4P	Tensión [V]	4x400

Referencias.: *Anexo Planos.*

La línea de evacuación de corriente alterna procedente del inversor se conectará a la nueva envolvente. De forma previa a la conexión, se colocará un contador de generación que permitirá medir la producción fotovoltaica, el cual se ubicará en el interior de una CPM.

El cuadro eléctrico del punto de conexión incluye un magnetotérmico de cabecera antes del contador de generación; tras éste, la salida se conectará a la CGP del inmueble.

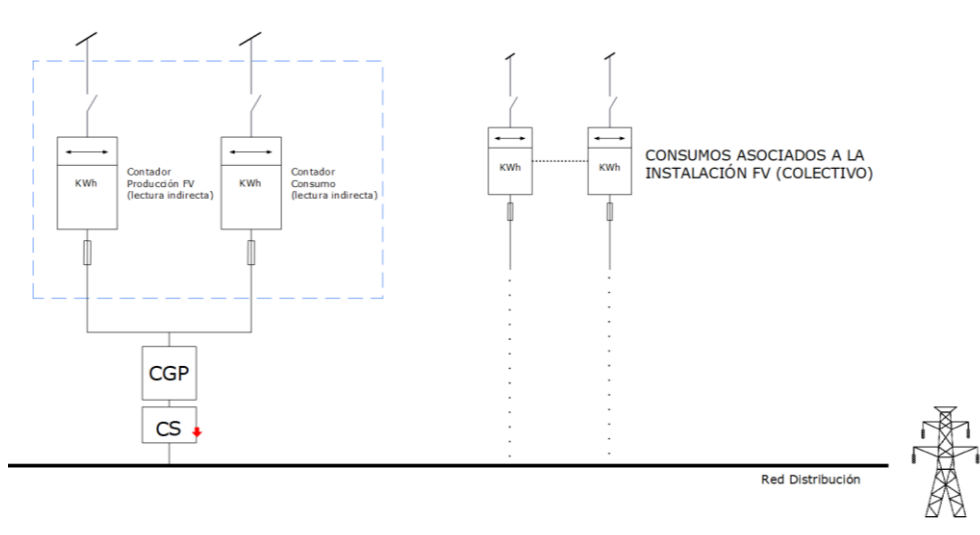


Fig. 5 Esquema del punto de conexión.

5.3.7 Puesta a Tierra

La puesta a tierra de la instalación se hará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora. La instalación de puesta a tierra descrita en la presente memoria consta de dos componentes, la correspondiente al campo de captación (generador real de la instalación) de corriente continua y otra de corriente alterna (salidas de los equipos de ondulación). Para las tomas de tierra de la instalación fotovoltaica se toman las siguientes consideraciones:

- La correspondiente al lado de corriente alterna se corresponderá con la toma propia, y ya existente, del edificio. Es decir, tanto la carcasa de los inversores, como sus salidas de AC se conectarán, mediante un conductor un conductor PE de 50 mm² para el recorrido hasta el punto de conexión.
- La correspondiente al lado de corriente continua, del mismo modo que la primera, y según lo establecido en el Real Decreto 1699/2011, en su artículo 15, debido a la imposibilidad técnico/económica para realizar una puesta a tierra independiente, se corresponderá con la propia del inmueble.

5.3.8 Energía Producida

Para estimar la producción y el rendimiento energético de la instalación proyectada se ha usado el software de cálculo PVSYST. Para la localidad de Figueres, una vez cargados los valores mensuales, se corrigen los datos de irradiancia sobre una superficie horizontal [W/m²], con la inclinación y orientación seleccionadas: 5,7º y 40º Sur, -50º Oeste, -140º Sur, respectivamente. Ver informe de PVSYST Anexo

Asimismo, y debido a la disposición y forma de la cubierta, junto con los diferentes elementos u obstáculos colindantes, se ha ubicado los módulos fotovoltaicos de modo que se vean afectados por una de proyección de sombras inferior al 3%.

El cálculo de estimación de producción solar incluye las pérdidas de radiación solar debidas a:

- Las condiciones de orientación e inclinación [FI]
- Posibles sombras [FS]

No obstante, la eficiencia global de la instalación (Performance Ratio, PR) y, por tanto, el indicador de la energía realmente utilizable también incluye las pérdidas debidas a:

- Rendimiento propio de los inversores
- Dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- La dispersión de parámetros y la suciedad
- Errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La reflectancia angular y espectral

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	58.0	27.19	8.70	61.1	57.0	10221	10054	0.886
February	77.3	32.32	8.94	80.2	76.6	13355	13148	0.882
March	123.3	48.11	11.41	126.4	122.5	20178	19877	0.846
April	152.5	60.49	14.00	154.4	150.7	23294	22945	0.800
May	183.4	83.06	17.26	184.4	180.3	27424	27017	0.788
June	202.3	89.69	21.64	202.8	198.6	29747	29312	0.777
July	206.6	74.61	24.05	207.2	203.0	29314	28886	0.750
August	184.0	71.07	23.82	185.9	181.6	27354	26954	0.780
September	136.5	55.46	20.53	139.1	135.2	21302	20983	0.811
October	97.3	43.40	17.13	100.2	96.2	16149	15902	0.853
November	61.6	28.67	12.43	64.5	60.6	10705	10531	0.879
December	51.5	25.39	9.30	54.3	50.4	9030	8883	0.879
Year	1534.3	639.46	15.81	1560.6	1512.7	238072	234492	0.808

Fig. 7 Tabla resumen de producción

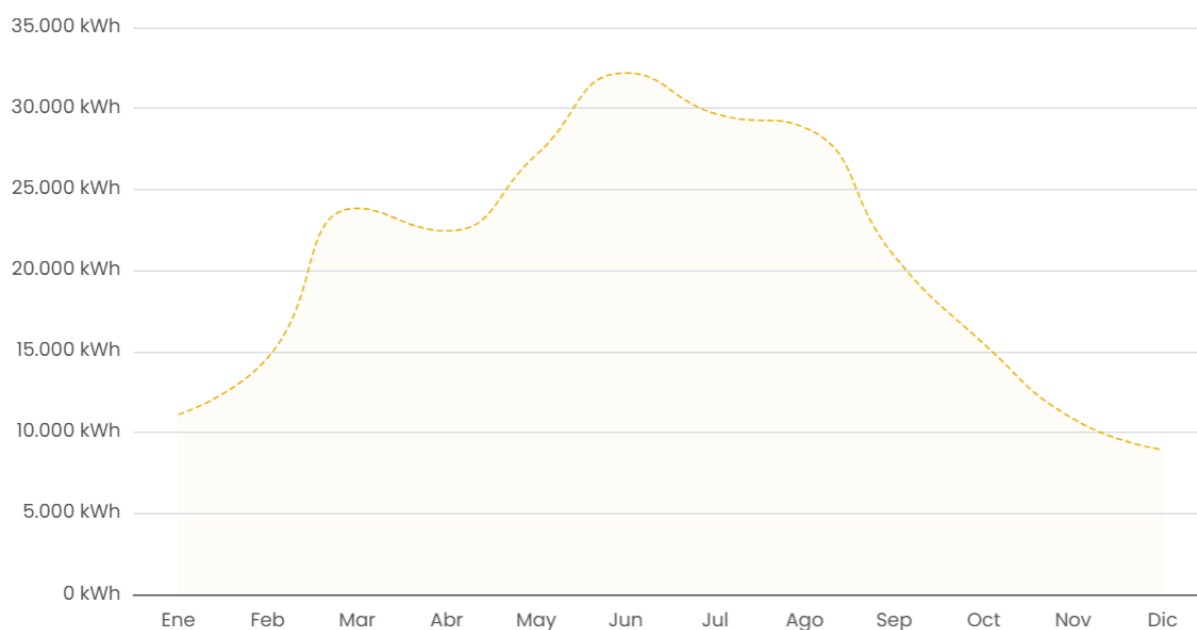


Fig. 6 Grafica de producción

5.3.9 Resumen instalación

Datos generales	
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Modalidad	Autoconsumo colectivo con venta de excedentes
Potencia pico (kWp)	185,9
Potencia nominal (kW)	100
Orientación (º)	40 Sur, -50 Oeste, -140 Sur
Inclinación (º)	5,71
Balance energético	
Energía producida (MWh/año)	234,45
Índex de rendimiento (%)	80,08
Producción específica (kWh/kWp)	1,261
Componentes	
Módulos fotovoltaicos	Longi - LR5-72HPH-550M
Inversor	Huawei - SUN2000-100KTL-M2
Estructura	INDEXFIX – coplanar, perfiles con alas
Monitorización	plataforma DEXMA, comunicación Modbus TCP
Conexión a red	TMF-10 prefabricado

6 NORMATIVA CONSTRUCCIÓN

El edificio en el que se realizará la instalación de autoconsumo aquí proyectada, según consta en el documento de consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales de bien inmueble, fue construida en el año 2003. Por lo que le es de aplicación:

- Decreto 195/1963, de 17 de enero de 1963, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación MV 101-1962: “Acciones en la edificación”.
- Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre de 1988, de modificación parcial de la Norma MV-1962 “Acciones en la Edificación”, que además pasa a denominarse NBE AE-88 “Acciones en la Edificación”.

En base a esta normativa, salvo vicios ocultos y considerando la cubierta accesible sólo para conservación, ésta debe tener una sobrecarga de uso de 40 kg/m².

Teniendo en cuenta que el conjunto que integra el campo de captación (módulos fotovoltaicos, estructura de fijación y otros elementos eléctricos) presenta una sobrecarga aproximada de 15 kg/m², y que la cubierta es de tipo metálico sándwich, se elaborará un certificado de solidez estructural acompañado de un estudio de cargas, con el fin de verificar la capacidad portante real de la cubierta y de los sistemas de anclaje frente a las distintas acciones actuantes. Dicho certificado se encuentra en el *Anexo G*.

7 ORDENANZA URBANÍSTICA

El conjunto de la instalación aquí proyectada, incluidos los módulos fotovoltaicos que integran el campo de captación, deberán entenderse como parte integrante del edificio, en cuanto serán elementos técnicos de la instalación eléctrica del mismo; constituidos a modo de ampliación. El sistema está conectado a la CGP del inmueble. Su funcionamiento, basado en la conversión de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, inyectable a la red eléctrica de esta por medio del punto frontera con la red de distribución, que permite abastecer de energía eléctrica los distintos puntos de consumo.

El campo de captación único elemento técnico de la instalación eléctrica situado en la cubierta del inmueble y el nuevo contador de generación con su prefabricado se convierten, de este modo, en los únicos elementos de este sistema que se ve afectado directamente por el cumplimiento de:

- Decreto-ley 16/2019, de 26 de noviembre, de medidas urgentes para la emergencia climática y el impulso a las energías renovables.
- Instrucció DGI 12/2023, sobre condicions i procediment a seguir, en matèria de seguretat industrial, per posar en servei les instal·lacions d'autoconsum fotovoltaiques que s'acullin al règim de compensació d'excedents en baixa tensió.
- Normas Urbanísticas del PGOU de Figueres.

Es por ello por lo que el campo de captación y el nuevo contador se han dispuesto:

- Sobre la misma cubierta del edificio en el caso de los paneles. Siguiendo sus líneas y, por lo tanto, con su misma orientación.
- En un prefabricado, en el caso del contador de generación junto con sus protecciones.

Todo ello con el fin de:

- Buscar la máxima armonía posible con el diseño arquitectónico del edificio, con el fin de minimizar impactos visuales negativos, procurando que no resulte lesivo para la imagen del entorno,
- Estar por debajo de la altura máxima y separación a retranqueos permitida.

En conclusión, la instalación aquí dimensionada NO entra en colisión con ninguna disposición de la normativa aplicable a las edificaciones (y sus instalaciones) del término municipal de Figueres.

8 PLANIFICACIÓN DE OBRA

Resumen de los tiempos de ejecución de las diferentes fases de las que consta la ejecución material para esta instalación:

ID	Descripción	Tiempo (en días)
1	Replanteo inicial de la obra	1d
2	Instalación de la estructura sobre la cubierta	5d
3	Instalación de los módulos sobre la estructura y cableado de los mismos	4d
4	Colocación de conducciones y cableado CC (desde campo de captación a inversor)	4d
5	Instalación de las protecciones CC, CA y los equipos de ondulación	2d
6	Cableado de CA, conexión de la instalación de autoconsumo a la CGP del edificio	4d
TOTAL		20d

Los tiempos aquí recogidos se han calculado considerando:

- Todo el montaje realizado será llevado a cabo por 5 técnicos cualificados con la categoría de especialista.
- El montaje de la instalación conlleva paralelismos y solapamientos entre fases de la obra, por lo que antes del inicio de la obra se verificarán los tiempos de ejecución y se valorará la simultaneidad presente entre los distintos trabajos a realizar de la obra en cuestión.
- La puesta en marcha de la propia instalación, momento en el que se realizará la conexión de las comunicaciones y la configuración final de los equipos para enlazar con el portal web de seguimiento del fabricante de los equipos de ondulación, se llevará a cabo con posterioridad a la instalación propiamente dicha (descrita en este mismo apartado), por técnicos de la empresa instaladora. Esta última fase se ejecutará siempre después de conseguir las autorizaciones pertinentes.

Del mismo modo, también se contemplan los trabajos posteriores a la instalación y puesta en marcha que queden por realizar para conseguir la inscripción y legalización de la presente instalación, tanto a nivel autonómico como estatal:

- Emisión del Certificado de Instalación Eléctrica (CIE) en baja tensión.
- Tramitación del Registro de Autoconsumo (RAC) ante la administración competente.
- Tramitación en el RITSIC (Registro de Instalaciones Técnicas de Seguridad Industrial de Cataluña)
- Elaboración y entrega de la documentación As-built, incluyendo planos finales, esquemas eléctricos actualizados y fichas técnicas de los equipos realmente instalados.
- Gestión de la documentación requerida por la empresa distribuidora para la puesta en servicio.

- Coordinación con la propiedad y la dirección facultativa para la obtención de autorizaciones administrativas necesarias

La legalización se considerará finalizada una vez obtenidos los registros y autorizaciones pertinentes y entregada toda la documentación a la propiedad.

9 ANEXO A: PRESUPUESTO

ID	Descripción
01	<i>Presupuesto y medición</i>
02	<i>Resumen del presupuesto</i>
03	<i>Justificación de precios</i>
04	<i>Cuadro de precios I</i>
05	<i>Cuadro de precios II</i>
06	<i>Última hoja del presupuesto</i>

Presupuesto y medición

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 E02EPA030	m3	Excavación zanja 40 x 80 cm. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.			
		Total m3	5,000	21,50	107,50
1.2 E04SM140	m2	Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.			
		Total m2	1,000	74,15	74,15
1.3 YCL120	Ud	Línea de anclaje horizontal permanente, de cable de acero, con amortiguador de caídas, de 30 m de longitud, clase C, compuesta por 1 anclaje terminal de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 1 anclaje terminal con amortiguador de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 3 anclajes intermedios de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos; 6 postes de acero inoxidable AISI 316, con placa de anclaje; tensor de caja abierta, con ojo en un extremo y horquilla en el extremo opuesto; conjunto de un sujetacables y un terminal manual; protector para cabo; placa de señalización y conjunto de dos precintos de seguridad. Incluso fijaciones para la sujeción de los componentes de la línea de anclaje al soporte. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los postes. Colocación y fijación de los anclajes. Tendido del cable. Colocación de complementos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.			
		Total Ud	6,000	3.115,76	18.694,56
1.4 SEG010	Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 8,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	2.400,92	2.400,92
1.5 SEG010b	Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 4,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	1.300,95	1.300,95

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.6 YCN010	m	Protección perimetral mediante pasarela peatonal en voladizo, de 0,60 m de anchura útil, formada por: plataforma de chapa perforada de acero galvanizado con perforaciones redondas paralelas de diámetro 8 mm, anclada sobre soportes retráctiles metálicos empotrados en el frente de forjado de la planta cada 2 m, permitiendo extraer de cada uno de ellos un perfil portante para su apoyo y el de los guardacuerpos; barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, y guardacuerpos telescópicos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 35x35 mm y 1500 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2 m y fijados individualmente a cada soporte retráctil. Incluso piezas especiales de principio y final de tramo y anillas para la fijación de la plataforma a los soportes. Incluye: Montaje de los soportes retráctiles en el forjado, previamente a su hormigonado. Extracción de los perfiles de apoyo existentes en el interior de los soportes. Colocación de la plataforma. Colocación de los guardacuerpos. Colocación de la barandilla principal. Colocación de la barandilla intermedia. Colocación del rodapié. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.			
		Total m	1,000	110,91	110,91
1.7 IEF003	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	182,000	68,27	12.425,14
1.8 IEO010c	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x200 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	4,000	79,55	318,20
1.9 IEO010d	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	30,000	59,97	1.799,10
1.10 IEO010e	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	9,000	53,74	483,66

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.11 IEO010b	m	Canalización de tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	30,000	18,76	562,80
1.12 IEO040	m	Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66300, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66302, con soporte vertical, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66305, suministrada en tramos de 3 m de longitud. Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	6,000	90,41	542,46
1.13 01.02	Ud	Reubicacion puerta de entrada debido a la ubicacion de TMF-10 de generación			
		Total Ud	1,000	561,82	561,82

Presupuesto parcial n° 2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 IEF001	Ud	Módulo solar fotovoltaico Longi, modelo LR5-72HPH-550M, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,98 A, eficiencia 21,3%, 144 células, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	338,000	225,94	76.367,72
2.2 IEF020	Ud	Inversor trifásico Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia individual Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	6.010,24	6.010,24

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 IEH015	m	Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	916,000	3,42	3.132,72
3.2 IEH015b	m	Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	675,000	4,90	3.307,50
3.3 IEH015c	m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	30,000	2,26	67,80

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 IEH012	m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	17,000	92,65	1.575,05
4.2 IEH012b	m	Línea de toma de tierra desde inversores PV hasta pletina de toma de tierra del centro mediante conductor de cobre 1x35mm² 0,6/1Kv H07Z1-K VERDE AMARILLO. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m	10,000	15,35	153,50

Presupuesto parcial nº 5 COMUNICACIONES

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 EGSRI4G	Ud	Suministro, montaje y configuración de router M2M IX2415 IXRouters con 4G-G (Global) y Wi-Fi, con antena 4G de 3 m o equivalente.			
		Total Ud	1,000	1.302,94	1.302,94

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 CUADROAC	Ud	Suministro y montaje sobre bancada (IP66+tejadillo) de cuadro de AC para inversore compuesto por envolvente de chapa plena IP66 , con prensaestopas para entrada y salida de cables por su parte inferior. Previa a la construcción del cuadro, el contratista deberá realizar propuesta de detalle de la constitución del mismo incluyendo despiece, tamaño y ordenamiento de los elementos para validación por parte del portal propiedad. Incluye material, replanteo, conexión equipotencial, medios de elevación, transporte, accesorios y todo pequeño material necesario para su completo montaje.			
		Total Ud	1,000	448,81	448,81
6.2 IEX202	Ud	Interruptor automático magnético en caja moldeada, (4P), intensidad nominal 250 A ajustable, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 9 y 14 x In, de 105x161x86 mm. Incluye: Montaje y conexonado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	2.037,76	2.037,76
6.3 IEX205	Ud	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra y de la corriente residual, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH197M 56517 "SCHNEIDER ELECTRIC", con control permanente de la alimentación, del circuito toroide-relé diferencial y de la electrónica interior, de 71,2x89x65,8 mm, montaje sobre carril DIN, con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437. Incluye: Montaje y conexonado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	557,31	557,31
6.4 IEX075	Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N) Incluye: Montaje y conexonado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud	1,000	358,42	358,42

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 IEC010	Ud	Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en local, TMF-10 250 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexcionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Total Ud		1,000	2.104,97	2.104,97
7.2 CONTCHIN	Ud	El Huawei Smart Power Sensor DTSU666-H 250A es un medidor de energía trifásico diseñado para ofrecer una monitorización precisa y estable en instalaciones fotovoltaicas de alta capacidad. Utiliza transformadores de corriente de 250A/50mA . Su diseño está pensado para facilitar la instalación en carril DIN de 35 mm, integrándose de forma ordenada en el cuadro eléctrico. La comunicación con el inversor se realiza mediante interfaz RS485, siguiendo el protocolo Modbus-RTU, lo que asegura una transmisión de datos consistente y sin interrupciones. El diagrama de conexión, incluido en la documentación de Huawei, muestra claramente la disposición de los terminales para cada fase y la correcta orientación de los transformadores de corriente, un aspecto clave para obtener lecturas correctas. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Total Ud		1,000	292,13	292,13

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
8.1 PROYECTO	Ud	Proyecto técnico ejecutivo			
		Total Ud	1,000	4.500,00	4.500,00
8.2 CFODO	Ud	Dirección de obra y Certificado Final de Obra			
		Total Ud	1,000	2.800,00	2.800,00
8.3 RPFO	Ud	Reportaje fotográfico profesional de final d'obra			
		Total Ud	1,000	180,00	180,00
8.4 OCA	Ud	Insepección Organismo de Control			
		Total Ud	1,000	1.300,00	1.300,00

Capítulo	Importe (€)
1 OBRA CIVIL	39.382,17
2 GENERADOR FOTOVOLTAICO	82.377,96
3 CABLEADO DC	6.508,02
4 CABLEADO AC	1.728,55
5 COMUNICACIONES	1.302,94
6 PROTECCIONES AC	3.402,30
7 CONTADOR ENERGÍA FV	2.397,10
8 INGENIERÍA	8.780,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)	145.879,04

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de DOSCIENTOS DIEZ MIL CINCUENTA Y UN EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 OBRA CIVIL				
1.1	E02EPA030	m3	Excavación zanja 40 x 80 cm. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	
	O01OA070	2,100 h.	Peón ordinario	10,240
			Precio total por m3	21,50
1.2	E04SM140	m2	Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	
	E04SE060	1,150 m3	HORMIGÓN HM-25/B/20/I EN SOLERA	64,480
			Precio total por m2	74,15
1.3	YCL120	Ud	Línea de anclaje horizontal permanente, de cable de acero, con amortiguador de caídas, de 30 m de longitud, clase C, compuesta por 1 anclaje terminal de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 1 anclaje terminal con amortiguador de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 3 anclajes intermedios de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos; 6 postes de acero inoxidable AISI 316, con placa de anclaje; tensor de caja abierta, con ojo en un extremo y horquilla en el extremo opuesto; conjunto de un sujetacables y un terminal manual; protector para cabo; placa de señalización y conjunto de dos precintos de seguridad. Incluso fijaciones para la sujeción de los componentes de la línea de anclaje al soporte. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los postes. Colocación y fijación de los anclajes. Tendido del cable. Colocación de complementos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	
	mt50spl010	2,000 Ud	Material necesario (hormigón vigas mallas de vallado etc.)	450,000
	mt50spl005	42,000 Ud	Fijación compuesta por taco químico, arandela y tornillo de acero inoxidable de 12 mm de diámetro y 80 mm de longitud.	7,100
	mt50spl100	1,000 Ud	Anclaje terminal con amortiguador, de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante.	126,910
	mt50spl020	3,000 Ud	Anclaje intermedio de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante.	81,350
	mt50spl030	31,500 m	Cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos, incluso prensado terminal con casquillo de cobre y guardacable en un extremo.	6,430
	mt50spl090a	6,000 Ud	Poste de acero inoxidable AISI 316, con placa de anclaje, acabado brillante, para fijación a paramento horizontal o vertical, o a elemento estructural.	155,310
	mt50spl040	1,000 Ud	Tensor de caja abierta, con ojo en un extremo y horquilla en el extremo opuesto.	97,630
	mt50spl050	1,000 Ud	Conjunto de un sujetacables y un terminal manual, de acero inoxidable.	36,980
	mt50spl080	1,000 Ud	Protector para cabo, de PVC, color amarillo.	5,920
	mt50spl060	1,000 Ud	Placa de señalización de la línea de anclaje.	18,350
	mt50spl070	1,000 Ud	Conjunto de dos precintos de seguridad.	22,190
	mo119	2,427 h	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	26,380
	mo120	3,641 h	Peón Seguridad y Salud.	20,970
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	3.025,010

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
				Precio total por Ud	3.115,76
1.4	SEG010	Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 8,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt26eme030h	1,000 Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 8 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluso soportes, pletinas y elementos de fijación. Según UNE-EN ISO 14122-4.	1.914,700	1.914,70
	mo018	8,301 h	Oficial 1ª cerrajero.	26,780	222,30
	mo059	8,301 h	Ayudante cerrajero.	23,370	193,99
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	2.330,990	69,93
				Precio total por Ud	2.400,92
1.5	SEG010b	Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 4,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt26eme030d	1,000 Ud	Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 4 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluso soportes, pletinas y elementos de fijación. Según UNE-EN ISO 14122-4.	1.054,930	1.054,93
	mo018	4,150 h	Oficial 1ª cerrajero.	26,780	111,14
	mo059	4,150 h	Ayudante cerrajero.	23,370	96,99
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	1.263,060	37,89
				Precio total por Ud	1.300,95

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.6	YCN010	m	Protección perimetral mediante pasarela peatonal en voladizo, de 0,60 m de anchura útil, formada por: plataforma de chapa perforada de acero galvanizado con perforaciones redondas paralelas de diámetro 8 mm, anclada sobre soportes retráctiles metálicos empotrados en el frente de forjado de la planta cada 2 m, permitiendo extraer de cada uno de ellos un perfil portante para su apoyo y el de los guardacuerpos; barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, y guardacuerpos telescópicos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 35x35 mm y 1500 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2 m y fijados individualmente a cada soporte retráctil. Incluso piezas especiales de principio y final de tramo y anillas para la fijación de la plataforma a los soportes. Incluye: Montaje de los soportes retráctiles en el forjado, previamente a su hormigonado. Extracción de los perfiles de apoyo existentes en el interior de los soportes. Colocación de la plataforma. Colocación de los guardacuerpos. Colocación de la barandilla principal. Colocación de la barandilla intermedia. Colocación del rodapié. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	
	mt50spb035	0,650 Ud	Soporte retráctil metálico de 110 cm de empotramiento y 70 cm de vuelo, para instalación de plataformas suspendidas de nivel variable.	120,250 78,16
	mt26aha010a	0,030 m²	Chapa perforada de acero galvanizado, con perforaciones redondas paralelas de diámetro 8 mm. Paneles de 2000x1000x1,5 mm.	22,430 0,67
	mt50spb030g	0,035 Ud	Guardacuerpos telescópico de seguridad fabricado en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 35x35 mm y 1500 mm de longitud, con apriete arriba.	24,750 0,87
	mt50spb050a	0,005 Ud	Barandilla para guardacuerpos matizada, de tubo de acero pintado al horno en epoxi-poliéster, de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud.	7,090 0,04
	mt50spb070	0,002 Ud	Rodapié metálico de 3 m de longitud y 150 mm de altura, pintado al horno en epoxi-poliéster.	24,710 0,05
	mo119	0,589 h	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	26,380 15,54
	mo120	0,589 h	Peón Seguridad y Salud.	20,970 12,35
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	107,680 3,23
Precio total por m				110,91
1.7	IEF003	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35sol008	1,000 Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	58,000 58,00
	mo003	0,164 h	Oficial 1ª electricista.	27,240 4,47
	mo102	0,164 h	Ayudante electricista.	23,250 3,81
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	66,280 1,99
Precio total por Ud				68,27

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.8	IEO010c	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x200 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35brp020j	1,000 m	Bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x200 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso elementos de sujeción y accesorios.	66,170
	mo003	0,219 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,219 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	77,230
			Precio total por m	79,55
1.9	IEO010d	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35brp020h	1,000 m	Bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso elementos de sujeción y accesorios.	47,160
	mo003	0,219 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,219 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	58,220
			Precio total por m	59,97

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.10	IEO010e	m	Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35brp020b	1,000 m	Bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso elementos de sujeción y accesorios.	41,110
	mo003	0,219 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,219 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	52,170
			Precio total por m	53,74
1.11	IEO010b	m	Canalización de tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35aia070fh	1,000 m	Tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	13,210
	mt35www030	1,000 m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	0,260
	mo020	0,063 h	Oficial 1ª construcción.	26,380
	mo113	0,063 h	Peón ordinario construcción.	20,970
	mo003	0,046 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,022 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	18,210
			Precio total por m	18,76

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.12	IEO040	m	Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66300, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66302, con soporte vertical, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66305, suministrada en tramos de 3 m de longitud. Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt35une001p	1,000 m	Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66300, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para soporte y conducción de cables eléctricos.	33,100	33,10
	mt35une006c	0,667 Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66825, serie 66 "UNEX", de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de U23X, código de pedido 66809.	4,500	3,00
	mt35une003p	1,000 m	Tapa de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66302, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para colocar a presión.	20,370	20,37
	mt35une017E	0,667 Ud	Soporte vertical, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66305, serie 66 "UNEX", con tornillos con tuerca de acero galvanizado clase 6, código de pedido 66839-C6.	21,790	14,53
	mo003	0,448 h	Oficial 1ª electricista.	27,240	12,20
	mo102	0,197 h	Ayudante electricista.	23,250	4,58
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	87,780	2,63
Precio total por m					90,41
1.13	01.02	Ud	Reubicacion puerta de entrada debido a la ubicacion de TMF-10 de generación		
	mt50spl010	1,000 Ud	Material necesario (hormigón vigas mallas de vallado etc.)	450,000	450,00
	O01OA030	2,000 h.	Oficial primera	10,710	21,42
	mo018	2,000 h	Oficial 1ª cerrajero.	26,780	53,56
	O01OA070	2,000 h.	Peón ordinario	10,240	20,48
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	545,460	16,36
Precio total por Ud					561,82

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 GENERADOR FOTOVOLTAICO				
2.1 IEF001		Ud	Módulo solar fotovoltaico Longi, modelo LR5-72HPH-550M, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,98 A, eficiencia 21,3%, 144 células, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35sol028pp	1,000 Ud	Módulo solar fotovoltaico Longi, modelo LR5-72HPH-550M, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,98 A, eficiencia 21,3%, 144 células, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores	195,080
	mo003	0,481 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,481 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	219,360
			Precio total por Ud	225,94
2.2 IEF020		Ud	Inversor trifásico Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia individual Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35ifg050a	1,000 Ud	Inversor trifásico Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia individual.	5.780,000
	mo003	1,093 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	1,093 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	5.835,180
			Precio total por Ud	6.010,24

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 CABLEADO DC				
3.1 IEH015	m		Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35pry090f	2,000 m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm ² . VERDE-AMARILLO)	1,130
	mo003	0,021 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,021 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	3,320
			Precio total por m	3,42
3.2 IEH015b	m		Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35pry090g	2,000 m	CABLE (H1Z2Z2-K) 2x10 mm ²	1,800
	mo003	0,023 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,023 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	4,760
			Precio total por m	4,90

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
3.3	IEH015c	m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt35pry090f	1,000 m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO)	1,130	1,13
	mo003	0,021 h	Oficial 1ª electricista.	27,240	0,57
	mo102	0,021 h	Ayudante electricista.	23,250	0,49
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	2,190	0,07
Precio total por m					2,26

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 CABLEADO AC				
4.1	IEH012	m	CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cun050k	1,000 m	CABLE (RZ1-K) 4x95 mm². TRIFÁSICO	85,000
	mo003	0,098 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,098 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	89,950
Precio total por m				92,65
4.2	IEH012b	m	Línea de toma de tierra desde inversores PV hasta pletina de toma de tierra del centro mediante conductor de cobre 1x35mm² 0,6/1Kv H07Z1-K VERDE AMARILLO. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cun050i	1,000 m	CABLE (H07Z1-K) 1x50 mm². TRIFÁSICO. VERDE-AMARILLO.	11,320
	mo003	0,071 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,071 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	14,900
Precio total por m				15,35

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
5 COMUNICACIONES					
5.1	EGSRI4G	Ud	Suministro, montaje y configuración de router M2M IX2415 IXRouters con 4G-G (Global) y Wi-Fi, con antena 4G de 3 m o equivalente.		
	BSRI4GW	1,000 u	Router M2M IX2415 IXRouters con 4G-G (Global) y Wi-Fi, con antena 4G de 3 m o equivalente	900,000	900,00
	A013H000	4,000 h	Ayudante electricista.	24,610	98,44
	A012H000	3,000 h	Oficial 2ª electricista.	28,690	86,07
	A010T000	4,000 h	Oficial 1ª electricista.	45,120	180,48
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	1.264,990	37,95
Precio total por Ud					1.302,94

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 PROTECCIONES AC				
6.1	CUADROAC	Ud	Suministro y montaje sobre bancada (IP66+tejadillo) de cuadro de AC para inversore compuesto por envoltente de chapa plena IP66 , con prensaestopas para entrada y salida de cables por su parte inferior. Prevía a la construcción del cuadro, el contratista deberá realizar propuesta de detalle de la constitución del mismo incluyendo despiece, tamaño y ordenamiento de los elementos para validación por parte del portal propiedad. Incluye material, replanteo, conexión equipotencial, medios de elevación, transporte, accesorios y todo pequeño material necesario para su completo montaje.	
	mt35caj021b	1,000 Ud	Suministro e instalación de Cuadro de protección AC	360,000
	mo003	1,500 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	1,500 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	435,740
Precio total por Ud				448,81
6.2	IEX202	Ud	Interruptor automático magnético en caja moldeada, (4P), intensidad nominal 250 A ajustable, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 9 y 14 x In, de 105x161x86 mm. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35ase512d	1,000 Ud	Interruptor automático magnético en caja moldeada, (4P), intensidad nominal 250 A ajustable, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 9 y 14 x In, de 105x161x86 mm.	1.960,300
	mo003	0,665 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	1.978,410
Precio total por Ud				2.037,76
6.3	IEX205	Ud	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra y de la corriente residual, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH197M 56517 "SCHNEIDER ELECTRIC", con control permanente de la alimentación, del circuito toroide-relé diferencial y de la electrónica interior, de 71,2x89x65,8 mm, montaje sobre carril DIN, con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35ase506a	1,000 Ud	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra y de la corriente residual, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH197M 56517 "SCHNEIDER ELECTRIC", con control permanente de la alimentación, del circuito toroide-relé diferencial y de la electrónica interior, de 71,2x89x65,8 mm, montaje sobre carril DIN.	402,720
	mt35ase520a	1,000 Ud	Transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437 "SCHNEIDER ELECTRIC".	123,270

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
	mo003	0,554 h	Oficial 1ª electricista.	27,240	15,09
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	541,080	16,23
Precio total por Ud					557,31
6.4 IEX075		Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N)		
			Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento.		
			Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.		
			Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt35amc300h	1,000 Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N)	337,410	337,41
	mo003	0,388 h	Oficial 1ª electricista.	27,240	10,57
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	347,980	10,44
Precio total por Ud					358,42

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
7 CONTADOR ENERGÍA FV				
7.1 IEC010		Ud	Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en local, TMF-10 250 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexiónada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexiónado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cgp010t	1,000 Ud	Caja de protección y medida TMF-10	1.867,400
	mt35cgp040h	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	5,740
	mt35cgp100	1,000 Ud	Peana prefabricada de hormigón armado para ubicación de 1 ó 2 cajas de protección y medida.	66,540
	mt35cgp101	1,000 Ud	Juego de pernos metálicos de anclaje para sujeción de armario a peana prefabricada de hormigón armado.	11,570
	mt35www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,560
	mo020	1,093 h	Oficial 1ª construcción.	26,380
	mo113	1,093 h	Peón ordinario construcción.	20,970
	mo003	0,547 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	mo102	0,547 h	Ayudante electricista.	23,250
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	2.043,660
Precio total por Ud				2.104,97
7.2 CONTCHIN		Ud	El Huawei Smart Power Sensor DTSU666-H 250A es un medidor de energía trifásico diseñado para ofrecer una monitorización precisa y estable en instalaciones fotovoltaicas de alta capacidad. Utiliza transformadores de corriente de 250A/50mA . Su diseño está pensado para facilitar la instalación en carril DIN de 35 mm, integrándose de forma ordenada en el cuadro eléctrico. La comunicación con el inversor se realiza mediante interfaz RS485, siguiendo el protocolo Modbus-RTU, lo que asegura una transmisión de datos consistente y sin interrupciones. El diagrama de conexión, incluido en la documentación de Huawei, muestra claramente la disposición de los terminales para cada fase y la correcta orientación de los transformadores de corriente, un aspecto clave para obtener lecturas correctas. Incluye: Montaje y conexiónado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	DDSU	1,000 u	El Huawei Smart Power Sensor DTSU666-H 250	270,000
	mo003	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	27,240
	%	3,000 %	Costes directos complementarios	283,620
Precio total por Ud				292,13

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8 INGENIERÍA				
8.1 PROYECTO		Ud	Proyecto técnico ejecutivo	
			Sin descomposición	4.500,000
			Precio total redondeado por Ud	4.500,00
8.2 CFODO		Ud	Dirección de obra y Certificado Final de Obra	
			Sin descomposición	2.800,000
			Precio total redondeado por Ud	2.800,00
8.3 RPFO		Ud	Reportaje fotográfico profesional de final d'obra	
			Sin descomposición	180,000
			Precio total redondeado por Ud	180,00
8.4 OCA		Ud	Insepección Organismo de Control	
			Sin descomposición	1.300,000
			Precio total redondeado por Ud	1.300,00

Cuadro de precios nº 1

Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
1.1	E02EPA030	m3	m3 Excavación zanja 40 x 80 cm. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	21,50
1.2	E04SM140	m2	m2 Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	74,15
1.3	YCL120	Ud	Ud Línea de anclaje horizontal permanente, de cable de acero, con amortiguador de caídas, de 30 m de longitud, clase C, compuesta por 1 anclaje terminal de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 1 anclaje terminal con amortiguador de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 3 anclajes intermedios de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos; 6 postes de acero inoxidable AISI 316, con placa de anclaje; tensor de caja abierta, con ojo en un extremo y horquilla en el extremo opuesto; conjunto de un sujetacables y un terminal manual; protector para cabo; placa de señalización y conjunto de dos precintos de seguridad. Incluso fijaciones para la sujeción de los componentes de la línea de anclaje al soporte. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los postes. Colocación y fijación de los anclajes. Tendido del cable. Colocación de complementos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	3.115,76
1.4	SEG010	Ud	Ud Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 8,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	2.400,92
1.5	SEG010b	Ud	Ud Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 4,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	1.300,95

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
1.6	YCN010	m	m Protección perimetral mediante pasarela peatonal en voladizo, de 0,60 m de anchura útil, formada por: plataforma de chapa perforada de acero galvanizado con perforaciones redondas paralelas de diámetro 8 mm, anclada sobre soportes retráctiles metálicos empotrados en el frente de forjado de la planta cada 2 m, permitiendo extraer de cada uno de ellos un perfil portante para su apoyo y el de los guardacuerpos; barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, y guardacuerpos telescópicos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 35x35 mm y 1500 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2 m y fijados individualmente a cada soporte retráctil. Incluso piezas especiales de principio y final de tramo y anillas para la fijación de la plataforma a los soportes. Incluye: Montaje de los soportes retráctiles en el forjado, previamente a su hormigonado. Extracción de los perfiles de apoyo existentes en el interior de los soportes. Colocación de la plataforma. Colocación de los guardacuerpos. Colocación de la barandilla principal. Colocación de la barandilla intermedia. Colocación del rodapié. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	110,91
1.7	IEF003	Ud	Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	68,27
1.8	IEO010c	m	m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x200 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	79,55
1.9	IEO010d	m	m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	59,97

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
1.10	IEO010e	m	m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C.suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	53,74
1.11	IEO010b	m	m Canalización de tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	18,76
1.12	IEO040	m	m Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66300, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66302, con soporte vertical, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66305, suministrada en tramos de 3 m de longitud. Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	90,41
1.13	01.02	Ud	Ud Reubicacion puerta de entrada debido a la ubicacion de TMF-10 de generación	561,82

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
2.1	IEF001	Ud	Ud Módulo solar fotovoltaico Longi, modelo LR5-72HPH-550M, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,98 A, eficiencia 21,3%, 144 células, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	225,94
2.2	IEF020	Ud	Ud Inversor trifásico Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia individual Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	6.010,24
3.1	IEH015	m	m Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	3,42

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
3.2	IEH015b	m	m Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	4,90
3.3	IEH015c	m	m CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	2,26
4.1	IEH012	m	m CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	92,65
4.2	IEH012b	m	m Línea de toma de tierra desde inversores PV hasta pletina de toma de tierra del centro mediante conductor de cobre 1x35mm² 0,6/1Kv H07Z1-K VERDE AMARILLO. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	15,35

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
5.1	EGSRI4G	Ud	Ud Suministro, montaje y configuración de router M2M IX2415 IXRouters con 4G-G (Global) y Wi-Fi, con antena 4G de 3 m o equivalente.	1.302,94
6.1	CUADROAC	Ud	Ud Suministro y montaje sobre bancada (IP66+tejadillo) de cuadro de AC para inversore compuesto por envolvente de chapa plena IP66 , con prensaestopas para entrada y salida de cables por su parte inferior. Previa a la construcción del cuadro, el contratista deberá realizar propuesta de detalle de la constitución del mismo incluyendo despiece, tamaño y ordenamiento de los elementos para validación por parte del portal propiedad. Incluye material, replanteo, conexión equipotencial, medios de elevación, transporte, accesorios y todo pequeño material necesario para su completo montaje.	448,81
6.2	IEX202	Ud	Ud Interruptor automático magnético en caja moldeada, (4P), intensidad nominal 250 A ajustable, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 9 y 14 x In, de 105x161x86 mm. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	2.037,76
6.3	IEX205	Ud	Ud Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra y de la corriente residual, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH197M 56517 "SCHNEIDER ELECTRIC", con control permanente de la alimentación, del circuito toroide-relé diferencial y de la electrónica interior, de 71,2x89x65,8 mm, montaje sobre carril DIN, con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	557,31
6.4	IEX075	Ud	Ud Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N) Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	358,42

Cuadro de precios nº 1				
Nº	Código	UA	Designación	Importe (Euros)
7.1	IEC010	Ud	Ud Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en local, TMF-10 250 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	2.104,97
7.2	CONTCHIN	Ud	Ud El Huawei Smart Power Sensor DTSU666-H 250A es un medidor de energía trifásico diseñado para ofrecer una monitorización precisa y estable en instalaciones fotovoltaicas de alta capacidad. Utiliza transformadores de corriente de 250A/50mA . Su diseño está pensado para facilitar la instalación en carril DIN de 35 mm, integrándose de forma ordenada en el cuadro eléctrico. La comunicación con el inversor se realiza mediante interfaz RS485, siguiendo el protocolo Modbus-RTU, lo que asegura una transmisión de datos consistente y sin interrupciones. El diagrama de conexión, incluido en la documentación de Huawei, muestra claramente la disposición de los terminales para cada fase y la correcta orientación de los transformadores de corriente, un aspecto clave para obtener lecturas correctas. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	292,13
8.1	PROYECTO	Ud	Ud Proyecto técnico ejecutivo	4.500,00
8.2	CFODO	Ud	Ud Dirección de obra y Certificado Final de Obra	2.800,00
8.3	RPFO	Ud	Ud Reportaje fotográfico profesional de final d'obra	180,00
8.4	OCA	Ud	Ud Insepección Organismo de Control	1.300,00

Cuadro de precios nº 2

Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1	E02EPA030	1 OBRA CIVIL m3 Excavación zanja 40 x 80 cm. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra) Peón ordinario 2,100 h. 10,240	21,50	
1.2	E04SM140	m2 Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. (Mano de obra) Oficial primera 0,690 h. 10,710 Peón ordinario 0,690 h. 10,240 (Materiales) Hormigón HM-25/B/20/I central 1,208 m3 49,440 (Por redondeo) -0,03	7,39 7,07 59,72 -0,03	21,50
1.3	YCL120	Ud Línea de anclaje horizontal permanente, de cable de acero, con amortiguador de caídas, de 30 m de longitud, clase C, compuesta por 1 anclaje terminal de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 1 anclaje terminal con amortiguador de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; 3 anclajes intermedios de acero inoxidable AISI 316, acabado brillante; cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos; 6 postes de acero inoxidable AISI 316, con placa de anclaje; tensor de caja abierta, con ojo en un extremo y horquilla en el extremo opuesto; conjunto de un sujetacables y un terminal manual; protector para cabo; placa de señalización y conjunto de dos precintos de seguridad. Incluso fijaciones para la sujeción de los componentes de la línea de anclaje al soporte. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los postes. Colocación y fijación de los anclajes. Tendido del cable. Colocación de complementos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. (Mano de obra) Oficial 1ª Seguridad y Salud. 2,427 h 26,380 Peón Seguridad y Salud. 3,641 h 20,970 (Materiales) Fijación compuesta por taco qu... 42,000 Ud 7,100 Material necesario (hormigón v... 2,000 Ud 450,000 Anclaje intermedio de acero in... 3,000 Ud 81,350 Cable flexible de acero inoxid... 31,500 m 6,430 Tensor de caja abierta, con oj... 1,000 Ud 97,630 Conjunto de un sujetacables y ... 1,000 Ud 36,980 Placa de señalización de la lí... 1,000 Ud 18,350 Conjunto de dos precintos de s... 1,000 Ud 22,190 Protector para cabo, de PVC, c... 1,000 Ud 5,920 Poste de acero inoxidable AISI... 6,000 Ud 155,310 Anclaje terminal con amortigua... 1,000 Ud 126,910 (Resto obra) 90,75	64,02 76,35 298,20 900,00 244,05 202,55 97,63 36,98 18,35 22,19 5,92 931,86 126,91 90,75	74,15
				3.115,76

Cuadro de precios nº 2																								
Nº	Código	Designación	Importe																					
			Parcial (Euros)	Total (Euros)																				
1.4	SEG010	Ud Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 8,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, jaula de protección con aros de 69x77 cm de dimensiones interiores, barandilla de desembarco de 115 cm de altura, rellano superior antideslizante y cierre inferior para evitar el acceso de personal no autorizado. Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª cerrajero.</td><td>8,301 h</td><td>26,780</td><td>222,30</td><td></td></tr> <tr> <td>Ayudante cerrajero.</td><td>8,301 h</td><td>23,370</td><td>193,99</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Escalera vertical de seguridad...</td><td>1,000 Ud</td><td>1.914,700</td><td>1.914,70</td><td></td></tr> </table> (Resto obra) <table> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>69,93</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª cerrajero.	8,301 h	26,780	222,30		Ayudante cerrajero.	8,301 h	23,370	193,99		Escalera vertical de seguridad...	1,000 Ud	1.914,700	1.914,70					69,93			
Oficial 1ª cerrajero.	8,301 h	26,780	222,30																					
Ayudante cerrajero.	8,301 h	23,370	193,99																					
Escalera vertical de seguridad...	1,000 Ud	1.914,700	1.914,70																					
			69,93																					
1.5	SEG010b	Ud Escalera vertical de seguridad de acceso a cubierta, de aluminio anodizado, de 4,00 m de altura de subida hasta el desembarco, carga máxima 150 kg, compuesta de: peldaños antideslizantes de 55 cm de anchura y de 30x30 mm de sección, Incluye: Replanteo de la ubicación de la escalera. Montaje y fijación de la escalera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª cerrajero.</td><td>4,150 h</td><td>26,780</td><td>111,14</td><td></td></tr> <tr> <td>Ayudante cerrajero.</td><td>4,150 h</td><td>23,370</td><td>96,99</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Escalera vertical de seguridad...</td><td>1,000 Ud</td><td>1.054,930</td><td>1.054,93</td><td></td></tr> </table> (Resto obra) <table> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>37,89</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª cerrajero.	4,150 h	26,780	111,14		Ayudante cerrajero.	4,150 h	23,370	96,99		Escalera vertical de seguridad...	1,000 Ud	1.054,930	1.054,93					37,89			2.400,92
Oficial 1ª cerrajero.	4,150 h	26,780	111,14																					
Ayudante cerrajero.	4,150 h	23,370	96,99																					
Escalera vertical de seguridad...	1,000 Ud	1.054,930	1.054,93																					
			37,89																					
1.6	YCN010	m Protección perimetral mediante pasarela peatonal en voladizo, de 0,60 m de anchura útil, formada por: plataforma de chapa perforada de acero galvanizado con perforaciones redondas paralelas de diámetro 8 mm, anclada sobre soportes retráctiles metálicos empotrados en el frente de forjado de la planta cada 2 m, permitiendo extraer de cada uno de ellos un perfil portante para su apoyo y el de los guardacuerpos; barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, y guardacuerpos telescópicos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 35x35 mm y 1500 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2 m y fijados individualmente a cada soporte retráctil. Incluso piezas especiales de principio y final de tramo y anillas para la fijación de la plataforma a los soportes. Incluye: Montaje de los soportes retráctiles en el forjado, previamente a su hormigonado. Extracción de los perfiles de apoyo existentes en el interior de los soportes. Colocación de la plataforma. Colocación de los guardacuerpos. Colocación de la barandilla principal. Colocación de la barandilla intermedia. Colocación del rodapié. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª Seguridad y Salud.</td><td>0,589 h</td><td>26,380</td><td>15,54</td><td></td></tr> <tr> <td>Peón Seguridad y Salud.</td><td>0,589 h</td><td>20,970</td><td>12,35</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Chapa perforada de acero galva...</td><td>0,030 m²</td><td>22,430</td><td>0,67</td><td></td></tr> <tr> <td>Guardacuerpos telescópico de s...</td><td>0,035 Ud</td><td>24,750</td><td>0,87</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	0,589 h	26,380	15,54		Peón Seguridad y Salud.	0,589 h	20,970	12,35		Chapa perforada de acero galva...	0,030 m²	22,430	0,67		Guardacuerpos telescópico de s...	0,035 Ud	24,750	0,87			1.300,95
Oficial 1ª Seguridad y Salud.	0,589 h	26,380	15,54																					
Peón Seguridad y Salud.	0,589 h	20,970	12,35																					
Chapa perforada de acero galva...	0,030 m²	22,430	0,67																					
Guardacuerpos telescópico de s...	0,035 Ud	24,750	0,87																					

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Código	Designación	Importe		
			Parcial (Euros)	Total (Euros)	
1.7		Soporte retráctil metálico de ... 0,650 Ud 120,250	78,16		
		Barandilla para guardacuerpos ... 0,005 Ud 7,090	0,04		
		Rodapié metálico de 3 m de lon... 0,002 Ud 24,710	0,05		
		(Resto obra)	3,23		
1.7	IEF003	Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			110,91
		(Mano de obra)			
		Oficial 1ª electricista. 0,164 h 27,240	4,47		
		Ayudante electricista. 0,164 h 23,250	3,81		
1.8	IEO010c	(Materiales)			
		Estructura soporte para módulo... 1,000 Ud 58,000	58,00		
		(Resto obra)	1,99		
		m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x200 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			68,27
1.9	IEO010d	(Mano de obra)			
		Oficial 1ª electricista. 0,219 h 27,240	5,97		
		Ayudante electricista. 0,219 h 23,250	5,09		
		(Materiales)			
1.9	IEO010d	Bandeja de rejilla de alambre ... 1,000 m 66,170	66,17		
		(Resto obra)	2,32		
		m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 60x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C, suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			79,55
		(Mano de obra)			
1.9		Oficial 1ª electricista. 0,219 h 27,240	5,97		
		Ayudante electricista. 0,219 h 23,250	5,09		
		(Materiales)			
		Bandeja de rejilla de alambre ... 1,000 m 47,160	47,16		
		(Resto obra)	1,75		
					59,97

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.10	IEO010e	m Canalización de bandeja de rejilla de alambre de acero galvanizado, de 35x100 mm, con resistencia al fuego de 90 minutos a 1000°C E90 según DIN 4102-12, resistencia al impacto 20 julios, temperatura de trabajo -50°C hasta 150°C. suministrada en tramos de 3 m. Instalación fija en superficie. Incluso elementos de sujeción y accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,219 h 27,240 5,97 Ayudante electricista. 0,219 h 23,250 5,09 (Materiales) Bandeja de rejilla de alambre ... 1,000 m 41,110 41,11 (Resto obra) 1,57		
1.11	IEO010b	m Canalización de tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,046 h 27,240 1,25 Oficial 1ª construcción. 0,063 h 26,380 1,66 Ayudante electricista. 0,022 h 23,250 0,51 Peón ordinario construcción. 0,063 h 20,970 1,32 (Materiales) Tubo rígido, suministrado en b... 1,000 m 13,210 13,21 Cinta de señalización de polie... 1,000 m 0,260 0,26 (Resto obra) 0,55		53,74
1.12	IEO040	m Bandeja perforada de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66300, serie 66 "UNEX", de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66302, con soporte vertical, de U23X, color gris RAL 7035, código de pedido 66305, suministrada en tramos de 3 m de longitud. Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,448 h 27,240 12,20 Ayudante electricista. 0,197 h 23,250 4,58 (Materiales) Bandeja perforada de U23X, col... 1,000 m 33,100 33,10 Tapa de U23X, color gris RAL 7... 1,000 m 20,370 20,37 Pieza de unión entre tramos de... 0,667 Ud 4,500 3,00 Soporte vertical, de U23X, col... 0,667 Ud 21,790 14,53 (Resto obra) 2,63		18,76
				90,41

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.13	01.02	Ud Reubicacion puerta de entrada debido a la ubicacion de TMF-10 de generación (Mano de obra) Oficial primera 2,000 h. 10,710 Peón ordinario 2,000 h. 10,240 Oficial 1ª cerrajero. 2,000 h. 26,780 (Materiales) Material necesario (hormigón v... 1,000 Ud 450,000 (Resto obra)	21,42 20,48 53,56 450,00 16,36	
2.1	IEF001	2 GENERADOR FOTOVOLTAICO Ud Módulo solar fotovoltaico Longi, modelo LR5-72HPH-550M, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,98 A, eficiencia 21,3%, 144 células, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27,5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,481 h 27,240 Ayudante electricista. 0,481 h 23,250 (Materiales) Módulo solar fotovoltaico Long... 1,000 Ud 195,080 (Resto obra)	13,10 11,18 195,08 6,58	561,82
2.2	IEF020	Ud Inversor trifásico Huawei modelo SUN2000-100KTL-M2 de 100 kWn de potencia individual Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 1,093 h 27,240 Ayudante electricista. 1,093 h 23,250 (Materiales) Inversor trifásico Huawei mode... 1,000 Ud 5.780,000 (Resto obra)	29,77 25,41 5.780,00 175,06	225,94
		3 CABLEADO DC		6.010,24

Cuadro de precios nº 2						
Nº	Código	Designación	Importe			
			Parcial (Euros)	Total (Euros)		
3.1	IEH015	m Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
		(Mano de obra)				
		Oficial 1ª electricista.	0,021 h	27,240	0,57	
		Ayudante electricista.	0,021 h	23,250	0,49	
		(Materiales)				
CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERD...	2,000 m	1,130	2,26			
	(Resto obra)		0,10			
3.2	IEH015b	m Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: - Instalación, conexionado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			3,42	
		(Mano de obra)				
		Oficial 1ª electricista.	0,023 h	27,240	0,63	
		Ayudante electricista.	0,023 h	23,250	0,53	
		(Materiales)				
CABLE (H1Z2Z2-K) 2x10 mm²	2,000 m	1,800	3,60			
	(Resto obra)		0,14			
					4,90	

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.3	IEH015c	m CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: - Instalación, conexonado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,021 h 27,240 0,57 Ayudante electricista. 0,021 h 23,250 0,49 (Materiales) CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERD... 1,000 m 1,130 1,13 (Resto obra) 0,07		
4.1	IEH012	4 CABLEADO AC m CABLE (RZ1-K) 1x6 mm². VERDE-AMARILLO) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,098 h 27,240 2,67 Ayudante electricista. 0,098 h 23,250 2,28 (Materiales) CABLE (RZ1-K) 4x95 mm². TRIFÁ... 1,000 m 85,000 85,00 (Resto obra) 2,70		2,26
4.2	IEH012b	m Línea de toma de tierra desde inversores PV hasta pletina de toma de tierra del centro mediante conductor de cobre 1x35mm2 0,6/1Kv H07Z1-K VERDE AMARILLO. Incluye: - Instalación, conexonado e identificación de la línea en ambos extremos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,071 h 27,240 1,93 Ayudante electricista. 0,071 h 23,250 1,65 (Materiales) CABLE (H07Z1-K) 1x50 mm². TRI... 1,000 m 11,320 11,32 (Resto obra) 0,45		92,65
		5 COMUNICACIONES		15,35

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
5.1	EGSRI4G	Ud Suministro, montaje y configuración de router M2M IX2415 IXRouters con 4G-G (Global) y Wi-Fi, con antena 4G de 3 m o equivalente. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 4,000 h 45,120 Oficial 2ª electricista. 3,000 h 28,690 Ayudante electricista. 4,000 h 24,610 (Materiales) Router M2M IX2415 IXRouters co... 1,000 u 900,000 (Resto obra)	180,48 86,07 98,44 900,00 37,95	
6.1	CUADRO...	6 PROTECCIONES AC Ud Suministro y montaje sobre bancada (IP66+tejadillo) de cuadro de AC para inversore compuesto por envolvente de chapa plena IP66 , con prensaestopas para entrada y salida de cables por su parte inferior. Previa a la construcción del cuadro, el contratista deberá realizar propuesta de detalle de la constitución del mismo incluyendo despiece, tamaño y ordenamiento de los elementos para validación por parte del portal propiedad. Incluye material, replanteo, conexión equipotencial, medios de elevación, transporte, accesorios y todo pequeño material necesario para su completo montaje. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 1,500 h 27,240 Ayudante electricista. 1,500 h 23,250 (Materiales) Suministro e instalación de Cu... 1,000 Ud 360,000 (Resto obra)	40,86 34,88 360,00 13,07	1.302,94
6.2	IEX202	Ud Interruptor automático magnético en caja moldeada, (4P), intensidad nominal 250 A ajustable, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 9 y 14 x In, de 105x161x86 mm. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,665 h 27,240 (Materiales) Interruptor automático magnéti... 1,000 Ud 1.960,300 (Resto obra)	18,11 1.960,30 59,35	448,81
				2.037,76

Cuadro de precios nº 2																																																						
Nº	Código	Designación	Importe																																																			
			Parcial (Euros)	Total (Euros)																																																		
6.3	IEX205	Ud Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra y de la corriente residual, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH197M 56517 "SCHNEIDER ELECTRIC", con control permanente de la alimentación, del circuito toroide-relé diferencial y de la electrónica interior, de 71,2x89x65,8 mm, montaje sobre carril DIN, con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª electricista.</td><td>0,554 h</td><td>27,240</td><td>15,09</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Relé diferencial electrónico, ...</td><td>1,000 Ud</td><td>402,720</td><td>402,72</td><td></td></tr> <tr> <td>Transformador toroidal cerrado...</td><td>1,000 Ud</td><td>123,270</td><td>123,27</td><td></td></tr> <tr> <td>(Resto obra)</td><td></td><td></td><td>16,23</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª electricista.	0,554 h	27,240	15,09		Relé diferencial electrónico, ...	1,000 Ud	402,720	402,72		Transformador toroidal cerrado...	1,000 Ud	123,270	123,27		(Resto obra)			16,23																																	
Oficial 1ª electricista.	0,554 h	27,240	15,09																																																			
Relé diferencial electrónico, ...	1,000 Ud	402,720	402,72																																																			
Transformador toroidal cerrado...	1,000 Ud	123,270	123,27																																																			
(Resto obra)			16,23																																																			
6.4	IEX075	Ud Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N) Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª electricista.</td><td>0,388 h</td><td>27,240</td><td>10,57</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Protector contra sobretensione...</td><td>1,000 Ud</td><td>337,410</td><td>337,41</td><td></td></tr> <tr> <td>(Resto obra)</td><td></td><td></td><td>10,44</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª electricista.	0,388 h	27,240	10,57		Protector contra sobretensione...	1,000 Ud	337,410	337,41		(Resto obra)			10,44			557,31																																			
Oficial 1ª electricista.	0,388 h	27,240	10,57																																																			
Protector contra sobretensione...	1,000 Ud	337,410	337,41																																																			
(Resto obra)			10,44																																																			
7.1	IEC010	7 CONTADOR ENERGÍA FV Ud Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en local, TMF-10 250 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. (Mano de obra) <table> <tr> <td>Oficial 1ª electricista.</td><td>0,547 h</td><td>27,240</td><td>14,90</td><td></td></tr> <tr> <td>Oficial 1ª construcción.</td><td>1,093 h</td><td>26,380</td><td>28,83</td><td></td></tr> <tr> <td>Ayudante electricista.</td><td>0,547 h</td><td>23,250</td><td>12,72</td><td></td></tr> <tr> <td>Peón ordinario construcción.</td><td>1,093 h</td><td>20,970</td><td>22,92</td><td></td></tr> </table> (Materiales) <table> <tr> <td>Caja de protección y medida TM...</td><td>1,000 Ud</td><td>1.867,400</td><td>1.867,40</td><td></td></tr> <tr> <td>Tubo de PVC liso, serie B, de ...</td><td>3,000 m</td><td>5,740</td><td>17,22</td><td></td></tr> <tr> <td>Peana prefabricada de hormigón...</td><td>1,000 Ud</td><td>66,540</td><td>66,54</td><td></td></tr> <tr> <td>Juego de pernos metálicos de a...</td><td>1,000 Ud</td><td>11,570</td><td>11,57</td><td></td></tr> <tr> <td>Material auxiliar para instala...</td><td>1,000 Ud</td><td>1,560</td><td>1,56</td><td></td></tr> <tr> <td>(Resto obra)</td><td></td><td></td><td>61,31</td><td></td></tr> </table>	Oficial 1ª electricista.	0,547 h	27,240	14,90		Oficial 1ª construcción.	1,093 h	26,380	28,83		Ayudante electricista.	0,547 h	23,250	12,72		Peón ordinario construcción.	1,093 h	20,970	22,92		Caja de protección y medida TM...	1,000 Ud	1.867,400	1.867,40		Tubo de PVC liso, serie B, de ...	3,000 m	5,740	17,22		Peana prefabricada de hormigón...	1,000 Ud	66,540	66,54		Juego de pernos metálicos de a...	1,000 Ud	11,570	11,57		Material auxiliar para instala...	1,000 Ud	1,560	1,56		(Resto obra)			61,31			358,42
Oficial 1ª electricista.	0,547 h	27,240	14,90																																																			
Oficial 1ª construcción.	1,093 h	26,380	28,83																																																			
Ayudante electricista.	0,547 h	23,250	12,72																																																			
Peón ordinario construcción.	1,093 h	20,970	22,92																																																			
Caja de protección y medida TM...	1,000 Ud	1.867,400	1.867,40																																																			
Tubo de PVC liso, serie B, de ...	3,000 m	5,740	17,22																																																			
Peana prefabricada de hormigón...	1,000 Ud	66,540	66,54																																																			
Juego de pernos metálicos de a...	1,000 Ud	11,570	11,57																																																			
Material auxiliar para instala...	1,000 Ud	1,560	1,56																																																			
(Resto obra)			61,31																																																			

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Código	Designación	Importe	
			Parcial (Euros)	Total (Euros)
7.2	CONTCHIN	Ud El Huawei Smart Power Sensor DTSU666-H 250A es un medidor de energía trifásico diseñado para ofrecer una monitorización precisa y estable en instalaciones fotovoltaicas de alta capacidad. Utiliza transformadores de corriente de 250A/50mA . Su diseño está pensado para facilitar la instalación en carril DIN de 35 mm, integrándose de forma ordenada en el cuadro eléctrico. La comunicación con el inversor se realiza mediante interfaz RS485, siguiendo el protocolo Modbus-RTU, lo que asegura una transmisión de datos consistente y sin interrupciones. El diagrama de conexión, incluido en la documentación de Huawei, muestra claramente la disposición de los terminales para cada fase y la correcta orientación de los transformadores de corriente, un aspecto clave para obtener lecturas correctas. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		2.104,97
		(Mano de obra) Oficial 1ª electricista. 0,500 h 27,240	13,62	
		(Materiales) El Huawei Smart Power Sensor D... 1,000 u 270,000	270,00	
		(Resto obra)	8,51	
8.1	PROYECTO	8 INGENIERÍA Ud Proyecto técnico ejecutivo (Medios auxiliares) Proyecto técnico ejecutivo 1,000 Ud 4.500,000	4.500,00	292,13
8.2	CFODO	Ud Dirección de obra y Certificado Final de Obra (Medios auxiliares) Dirección de obra y Certificad... 1,000 Ud 2.800,000	2.800,00	4.500,00
8.3	RPFO	Ud Reportaje fotográfico profesional de final d'obra (Medios auxiliares) Reportaje fotográfico profesio... 1,000 Ud 180,000	180,00	2.800,00
8.4	OCA	Ud Insepección Organismo de Control (Medios auxiliares) Insepección Organismo de Contr... 1,000 Ud 1.300,000	1.300,00	180,00
				1.300,00

Presupuesto de ejecución material (PEM)	145.879,04
13% de gastos generales	18.964,28
6% de beneficio industrial	8.752,74
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	173.596,06
21% IVA	36.455,17
Presupuesto base de licitación (PBL = PEC + IVA)	210.051,23

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de DOSCIENTOS DIEZ MIL CINCUENTA Y UN EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.

10 ANEXO B: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS

10.1 Configuración eléctrica de la instalación

La instalación se compone de dos inversores, ubicados en el cuarto eléctrico de baja tensión del polideportivo. La configuración del campo de captación se muestra en las siguientes tablas:

Marca:	LONGI	Características:					
Modelo:	LR5-72HPH-550M	Vmpp (V):	41,95	Tcoef.Voc (%/°C):	-0,265	Potencia (Wp):	550
Tecnología:	Mono - 144 Celdas	Impp (A):	13,12	Tcoef.Isc (%/°C):	0,05	Eficiencia (%):	21,3
Voltaje:	1500V - DC	Voc (V):	49,8	Tcoef.Pmax (%/°C):	-0,34	Peso (kg):	27,5
Dimensiones (mm):	2278 x 1134 x 35	Isc (A):	13,98				

Configuración (caracterización del campo de captación)

N. Mod.FV	Inversor	N. Inv	N. String	N. Mod. String	Ppico	Ppico Tot	Pnom Inv.	Rat. CC/CA	Pnom TOT.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[Wp]	[kWp]	[kWn]	[-]	[kWn]
338	HUAWEI SUN2000- 100KTL- M2	1	1.1	20	11.000	185,9	100	1,86	100,00
			1.2	20	11.000				
			2.1	20	11.000				
			2.2	20	11.000				
			3.1	20	11.000				
			3.2	20	11.000				
			4.1	20	11.000				
			4.2	20	11.000				
			5	20	11.000				
			6.1	17	9.350				
			6.2	17	9.350				
			7.1	20	11.000				
			7.2	20	11.000				
			8.1	15	8.250				
			8.2	15	8.250				
			9.1	15	8.250				
			9.2	15	8.250				
			10.1	12	6.600				
			10.2	12	6.600				

Tabla 1. Configuración eléctrica del campo de captación

Para el cálculo de los parámetros de funcionamiento del equipo de ondulación, mostrado en la tabla anterior, se ha tenido en consideración tanto el efecto de la temperatura como los valores límite especificados por el fabricante para el correcto funcionamiento de los inversores (considerando ubicación geográfica, orientación, inclinación y posibles sombras que afecten al campo de captación).

Cada serie tendrá las siguientes características eléctricas y parámetros de conexión a tener en cuenta para el inversor (en los strings de tensión más y menos elevada, correspondientes a las series de 20 y 12 paneles):

Cálculo de los valores de tensión de las series en STC (Standard Test Conditions)

$$V_{mpp\ string} = n_p \cdot V_{mpp}; \quad V_{oc\ string} = n_p \cdot V_{oc}$$

Donde:

V_{mpp} = Voltaje a máxima potencia del panel (V)

V_{oc} = Voltaje en circuito abierto del panel (V)

n_p = Número de paneles / string

$$V_{mpp\ string10} = 12 \cdot 41,95\ V = 503,4\ V\ (25^{\circ}C); \quad V_{mpp\ string1} = 20 \cdot 41,95\ V = 839\ V\ (25^{\circ}C)$$

$$V_{oc\ string10} = 12 \cdot 49,8\ V = 597,6\ V\ (25^{\circ}C); \quad V_{oc\ string1} = 20 \cdot 49,8\ V = 993\ V\ (25^{\circ}C)$$

Cálculo de los valores extremos de tensión de las series

Las series de módulos o strings presentan variaciones significativas en sus tensiones típicas en función de la temperatura y la irradiación. Es por este motivo que, para asegurar el rendimiento óptimo de la instalación, hay que verificar que las tensiones de las series, en las situaciones más desfavorables, se encuentren dentro del rango de tensión admitida por el inversor.

$$V_{oc\ Máx} = n_p \cdot ((T_{min} - T_{STC}) \cdot \left(\frac{\alpha_{V_{oc}}}{100}\right) \cdot V_{oc} + V_{oc})$$

Donde:

$V_{oc\ Máx}$ = Voltaje en circuito abierto máximo string (V)

T_{STC} = Temperatura STC (25 °C)

n_p = Número de paneles / string

$\alpha_{V_{oc}}$ = Coef. Temperatura de V_{oc} del panel (%/°C)

T_{min} = Temperatura mínima de la celda (-10 °C)

V_{oc} = Voltaje en circuito abierto del panel (V)

$V_{oc\ Máx}$ según temperatura tiene un coeficiente de -0,265%/°C. $\rightarrow V_{oc\ Máx} = 1081\ V\ (-10^{\circ}C, 20\ paneles)$

$$V_{mpp\ mín} = n_p \cdot ((T_{Máx} - T_{STC}) \cdot \left(\frac{\alpha_{P_{Máx}}}{100}\right) \cdot V_{mpp} + V_{mpp})$$

Donde:

$V_{mpp\ mín}$ = Voltaje a máxima potencia mínimo string (V)

T_{STC} = Temperatura STC (25 °C)

n_p = Número de paneles / string

$\alpha_{P_{Máx}}$ = Coef. Temp. de $P_{Máx}$ del panel (%/°C)

$T_{Máx}$ = Temperatura máxima de la celda (70 °C)

V_{mpp} = Voltaje a máxima potencia del panel (V)

$V_{mpp \text{ mín}}$ según temperatura tiene un coeficiente de -0,34 %/°C. $\rightarrow V_{mpp \text{ mín}} = 710,63 \text{ V (70°C, 12 paneles)}$

Del análisis de los voltajes en STC, máximo y mínimo de las series, se concluye que el inversor va a estar trabajando siempre dentro de su rango de seguimiento de la máxima potencia.

Parámetros del inversor:

Tensión MPP mín-máx. 200 V – 1000 V

Tensión entrada máx. 1100 V

Número entradas MPPT CC: 10

Intensidad entrada max.: 30 A

Cada serie de módulos está asociada a un MPPT. En la entrada de cada MPPT hay dos series de módulos, obteniendo una intensidad total de:

$$I_{mpp \text{ panel}} = 13,12 \text{ A} \rightarrow I_{mpp \text{ entrada}} = I_{mpp \text{ panel}} \cdot n^{\circ} \text{ entradas} = 13,12 \text{ A} \cdot 2 = 26,24 \text{ A}$$

10.2 Dimensionado del cableado de Corriente Continua

Para el dimensionado de los conductores se han seguido las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) vigente en la actualidad.

Para el cálculo de secciones de conductores de cobre en CC, se empleará la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{x \cdot \alpha \cdot V}$$

Donde:

S = Sección mínima de conducto en mm²

L = Longitud del conducto, en metros

P = Potencia máxima, en Amperios

V = Tensión de trabajo, en Voltios

α = Caída de tensión, en Voltios

x = 48 (Cu) o 30 (Al), en m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$), a 70°C

Se sobredimensiona la sección para minimizar pérdidas, considerando 125% del cableado **según ITC-BT-40**.

10.2.1 Ubicación técnica del inversor

El tramo Strings a Inversor: une las series o strings de módulos a los inversores de tipo String. Los conductores son unipolares de cobre, de **6 mm²** y **10 mm²** 1,5 kVdc. La caída de tensión entre el generador y el punto de conexión no puede superar el 1,5%. Se sobredimensionan las series para una potencia del 125%.

La intensidad máxima admisible para la sección elegida, considerando la tipología de la instalación, es de 51 A,71 A respectivamente siendo suficiente para el uso previsto. Los conductores se disponen en bandejas perforadas (rejiband) al aire, hasta la llegada al inversor, situado en la pared exterior en la planta baja.

Se toma la caída de tensión más desfavorable de la instalación como referencia para unificar los cálculos.

Cálculo de secciones de línea:

Tramo		Longitud	Potencia	U	Conductividad	S	Snorm	e	e
String	INVERTOR	[m]	W	[V]	[m/ohms-mm2]	[mm2]	[mm2]	[%]	[V]
1.1	1	102	13750	839	56	4,74	6	1,186%	9,95
1.2	1	99	13750	839	56	4,604	6	0,151%	9,65
2.1	1	96	13750	839	56	4,465	6	0,116%	9,365
2.2	1	72	13750	839	56	3,349	6	0,837%	7,024
3.1	1	69	13750	839	56	3,209	6	0,802%	6,731
3.2	1	66	13750	839	56	3,07	6	0,767%	6,438
4.1	1	44	13750	839	56	2,046	6	0,512%	4,298
4.2	1	48	13750	839	56	2,232	6	0,558%	4,682
5	1	52	13750	839	56	2,584	6	0,606%	5,18
6.1	1	59	11687	713,16	56	3,049	6	0,762%	5,756
6.2	1	69	11687	713,16	56	3,775	6	0,944%	6,731
7.1	1	78	13750	839	56	3,628	6	0,907%	7,609
7.2	1	88	13750	839	56	4,093	6	1,023%	8,584
8.1	1	111	10312	629,25	56	6,883	10	1,032%	6,497
8.2	1	110	10312	629,25	56	6,759	10	1,014%	6,380
9.1	1	112	10312	629,25	56	6,945	10	1,042%	6,555
9.2	1	115	10312	629,25	56	7,131	10	1,070%	6,731
10.1	1	112	8250	503,4	56	8,682	10	1,302%	6,555
10.2	1	115	8250	503,4	56	8,914	10	1,337%	6,731

Tabla 1. Líneas de serie de paneles a inversor

10.3 Dimensionado del Cableado de Corriente Alterna

Para el dimensionado de conductores se han seguido las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente. Las secciones tienen que cumplir también con la máxima intensidad admisible, según el tipo de instalación y cable utilizado.

Para el cálculo de secciones de conductores en CA, se aplicarán las siguientes expresiones:

Monofásico

Trifásico:

Donde:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\eta \cdot \alpha \cdot V}$$

$$S = \frac{P \cdot L}{\eta \cdot \alpha \cdot V}$$

S = Sección mínima de conducto en mm²

L = Longitud del conducto, en metros

P = Potencia máxima, en Amperios

V = Tensión de trabajo, en Voltios

α = Caída de tensión, en Voltios

x = 48 (Cu) o 30 (Al), en m/(Ω · mm²), a 70°C

El cálculo realizado de las secciones para el cableado en corriente alterna (desde la salida del inversor), aseguran una caída de tensión admisible del 1,5% como máximo.

Instrucción Técnica	Descripción cumplimiento de la Instrucción Técnica citada
ITC-BT 19	Las intensidades admisibles en cada uno de los conductores no serán superiores a las establecidas por esta instrucción.
ITC-BT 40	Los cables de conexión se dimensionarán para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador. La caída de tensión entre el generador y el punto de conexión en el cuadro general de protecciones y maniobra no será superior al 1,5%.

Todas las instalaciones cumplirán con lo que dispone el RD 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica de baja tensión.

En conexiones a la red trifásica, las protecciones para la interconexión de máxima a mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima a mínima tensión (1,15 Um y 0,85 Um, respectivamente) serán para cada fase.

Cálculo de las secciones de inversores hasta el cuadro de protecciones de CA (CPCA):

Tramo	Longitud	Potencia	U	Conductividad	S	Snorm	e	e
Recorrido	[m]	W	[V]	[m/ohms·mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[V]
In1 - CPCA	2,00	125.000,00	400,00	56	1,24	95	0,03%	0,132

Tabla 3. Líneas de Inv a CPCA

Cálculo de las secciones desde el CPCA hasta el embarrado del punto de conexión (PCX):

<i>Inversor</i>	<i>Longitud</i>	<i>Potencia</i>	<i>U</i>	<i>Conductividad</i>	<i>S</i>	<i>Snorm</i>	<i>e</i>	<i>e</i>
<i>Recorrido</i>	<i>[m]</i>	<i>W</i>	<i>[V]</i>	<i>[m/ohms·mm²]</i>	<i>[mm²]</i>	<i>[mm²]</i>	<i>[%]</i>	<i>[V]</i>
CPCA - PCX	13	125.000,00	400,00	56	18,14	95	0,19%	0,764

Tabla 4. Línea de CPCA a PCX y CGP

Características de la línea: de inversores a Cuadro de Protección CA (colocación mural exterior) y posterior recorrido hasta punto de conexión

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Bandeja perforada con tapa y bajo tubo soterrado
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100.000 W.- Potencia de cálculo: 125.000 W. (Sobredimensionado del 125%, REBT)

$$I=125.000/1,732 \times 400 \times 1=180,42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores unipolares 1x(4x95) mm² Cu (de CPCA a PCX)

Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador de incendio, emisión y opacidad de humos reducida

- Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C, 242 A (enterrado) para 1x95 mm² RZ1-K; según ITC-BT-19.

Tomando los valores de caída de tensión anteriormente calculados para las series de corriente continua y el recorrido en corriente alterna posterior al inversor, cogiendo el recorrido más desfavorable, se obtienen los siguientes valores:

$$e_{cc} = 1,337 \%$$

$$e_{ca} = 0,22 \%$$

Con lo que se cumple con las estipulaciones establecidas por la ITC-BT-40 del REBT.

10.4 Dimensionado de la Puesta a Tierra

Siguiendo las especificaciones de la ITC-BT-18 del REBT, con el fin de proteger la instalación de posibles electrocuciones por contacto directo y de sobrecargas de origen atmosférico, se realizará una puesta a tierra, tanto de los marcos de los paneles fotovoltaicos, como de la misma estructura.

La puesta a tierra de toda la instalación se establece con el objetivo de limitar la tensión, respecto al suelo, que pueden presentar en un momento determinado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir los riesgos de avería.

Todas las instalaciones cumplirán lo dispuesto en el RD 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, deberá hacerse constar en la memoria del proyecto ejecutivo (dentro del anexo de descripción de los distintos equipos), qué elementos se utilizan para que se garantice esta condición.

Mediante la puesta a tierra, se debe conseguir que entre el conjunto de instalaciones, edificios y superficies cercanas no aparezcan diferencias de potencial peligrosas.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra, ésta será totalmente independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se realizará en todo caso de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.

Todos los paneles fotovoltaicos se encuentran conectados junto con la estructura a tierra por medio de cable unipolar de 6 mm² aislado de tipo RZ1-K. Las tierras de las líneas de CA, procedentes de los inversores, presentarán unas secciones de 50 mm² aislado de tipo RZ1-K. Las secciones de los conductores PE se han determinado según la Tabla 2.3.2 de la ITC-BT-19 del REBT.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas de tierra no llegue, respecto a un punto de potencial cero, a una tensión superior a 24V (local húmedo), cuando por otra circula la máxima corriente de defecto en la tierra prevista.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores anteriormente señalados, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

Por otro lado, la combinación de una configuración flotante en el lado CC con placas fotovoltaicas con alto grado de protección, cableado unipolar de doble aislamiento y cajas de conexiones con protección clase II, elimina toda posibilidad de que a través del sistema fotovoltaico se establezcan conexiones entre el neutro de la alimentación y el neutro de la compañía.

11 ANEXO C: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

11.1 Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S.) tiene como objeto servir de base para que la empresa instaladora y cualesquiera otra que participe en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627 / 97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

11.2 Normativa

La ejecución de la obra objeto del Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligado cumplimiento que se cita a continuación:

- Ley 31/1995 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales que tiene por objeto promover la Seguridad y la Salud de los trabajadores, mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo. El art. 36 de la Ley 50/1998 de acompañamiento a los presupuestos modifica a los art. 45, 47, 48 y 49 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales (LPRL).
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden del 27 de junio de 1997 por la que se desarrolla el RD 39/1997 de 17 de enero.
- Real Decreto 1627/1997 de octubre por el que se establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

En todo lo que no se contradiga a la Legislación anteriormente mencionada:

- Real Decreto 485/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización en seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 del 14 de abril sobre manipulación manual de cargas que conllevan riesgos, en particular dorso-lumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 949/1997 del 20 de junio sobre certificación profesional de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio sobre la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Estatuto de los Trabajadores. Real Decreto Legislativo 1/1995.
- Ordenanzas municipales que sean de aplicación.

11.3 Características de la Obra

11.3.1 Tipo de obra

La obra, objeto de este E.S.S, consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra para la realización de una instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo a través de red de 100,00 kW de potencia nominal instalada.

El proceso de ejecución de la instalación y los correspondientes lugares de trabajo de la obra estarán ligados a:

- Acondicionamiento de las instalaciones provisionales para la ejecución de la obra.
- Servicios de grúa o en su defecto elevadores complementarios (si estos fueran necesarios).
- Montaje de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de contrapesos de hormigón (si estos fueran necesarios).
- Instalación y conexión de los componentes eléctricos (cableado, inversores, etc.)

11.3.2 Promotor de la Obra

Titularidad

<i>Promotor</i>	Energies Renovables Públiques de Catalunya, S.A.U.
<i>Dirección</i>	c/ Casp, 15, 3r 08010 Barcelona
<i>CIF</i>	A72874985

Obra

<i>Emplazamiento</i>	Av. Maria Angels Anglada
<i>Población</i>	17600 Figueres
<i>Provincia</i>	Girona

Técnico Redactor de este Estudio de Seguridad y Salud

<i>Redactor Técnico</i>	Oleh Brylo
<i>Titulación</i>	Ingeniero Técnico
<i>Número Colegiado</i>	28485
<i>Dirección Ingeniería</i>	Calle Balmes, 188
<i>Población</i>	08006 Barcelona

11.3.3 Servicios y Redes de Distribución Afectados por la Obra

No se produce ninguna afectación a ningún servicio o red de distribución en la ejecución de la instalación del sistema fotovoltaico en la propiedad indicada en el punto anterior. Del mismo modo tampoco se produce ningún tipo de afectación sobre servicios, red de distribución, mobiliario urbano o cualquier elemento que se encuentre en la vía pública circundante a la instalación.

11.3.4 Tiempo de Ejecución y Mano de Obra

La duración de la ejecución de la obra será como mínimo de 20 días y el número de trabajadores que realizarán el trabajo será de 5 personas como máximo.

11.3.5 Presupuesto de la Obra

El presupuesto de ejecución de esta instalación asciende a un total de 173.596,06 (impuestos no incluidos).

11.4 Estudio de Riesgos y Medidas de Protección y Prevención

Las actividades laborales que se describen en este proyecto figuran en el artículo primero apartado 2.b, del real Decreto 486/1997 del 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el lugar de trabajo; por el que el mencionado Real Decreto no se aplicará en el presente estudio básico de seguridad y salud.

11.4.1 Instalaciones Provisionales

Dada la naturaleza de la obra no es necesaria la instalación eléctrica provisional, dado que en el inmueble en la que se llevará a cabo la obra ya cuenta con suministro eléctrico. De todos modos, en caso de ser necesario, se dispondrá de las siguientes consideraciones:

- La instalación eléctrica provisional de la obra será realizada por una firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.
- Después de realizar la acometida a través del armario de protección, a continuación, se situarán el cuadro general de mando y protección, formado por seccionar general de corte automática, interruptor omnipolar, puesta a tierra, magnetotérmicos y diferencial.
- De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

- Caída de personas a diferente nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Golpes y/o heridas en las manos
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Utilizar equipos inadecuados o deteriorados.

Medidas preventivas

- Se mantendrá limpio y ordenado el lugar de trabajo
- En todo momento se dispondrá de calzado homologado de clase I.
- Se utilizarán escaleras de mano, estas tendrán que ser del tipo “tijeras” con cadenas antiapertura y estar homologadas.
- Todos los conductores eléctricos, así como sus correspondientes conexiones, deberán estar correctamente aisladas según indica el REBT.
- Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierra, etc.
- Cualquier parte de la instalación se considera baja tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.
- En caso de necesidad de manipulación eléctrica con tensión en la instalación provisional de obra, se tendrá que hacer con guantes de protección eléctrica clase 1 y protecciones oculares de clase D.
- Todas las herramientas manuales utilizadas estarán homologadas y deberán estar en perfecto estado.
- El cuadro de distribución provisional de la obra deberá de disponer de los elementos necesarios de protección (interruptor diferencial de máxima sensibilidad, interruptores magnetotérmicos correctamente dimensionados, etc.), así como todos los elementos eléctricos que se dispondrán deberán de ser de protección IP557 (UNE 20324).
- Una vez instalado el cuadro provisional de obra, se deberá comprobar que los elementos de protección eléctrica funcionan correctamente.
- Todos los circuitos de la instalación provisional de obra deberán estar correctamente aislados de manera que no sea posible acceder de manera simultánea, en condiciones normales de trabajo, a las partes activas y las masas de la instalación.
- Los tramos aéreos estarán tensados con piezas especiales entre soportes. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se utilizarán cables fiadores con una resistencia de ruptura de 800kg; fijado a estos conductores con abrazaderas.
- Los conductores si van por el suelo no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos; protegiéndolos adecuadamente al atravesar las zonas de paso.

- Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.
- Se señalizarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente eléctrico.
- Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso a personas en los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

Equipos de protección individual

- Casco homologado de seguridad dieléctrica tipo N.
- Guantes aislantes y botones clase I.
- Protecciones oculares clase D.
- Comprobación de Tensión.
- Herramientas manuales homologadas con aislamiento homologado con aislante eléctrico.

11.4.2 Instalaciones Contra Incendios

Es de obligado cumplimiento la normativa dispuesta en el Código Técnico de la Edificación (CTE) para la seguridad en caso de incendio (SI), aprobado en el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo y por el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendio. Se dispone este apartado en el estudio básico de seguridad y salud, en previsión de los riesgos de incendio ocasionados por la ejecución del correspondiente proyecto en zonas no equipadas específicamente para la lucha contra incendios:

Identificación de riesgos

- Agrupar materiales combustibles.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos con llama descubierta.
- Instalaciones provisionales de energía.
- Cigarrillos y cerillas mal apagados.

Medidas preventivas

- Mantener libre de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras.
- Instrucciones detalladas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio.

- Se dispondrá de medios de extinción, basados en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados, además de sus correspondientes señales de localización, debidamente colocados y homologados.
- Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles, así como señalar correctamente dichas zonas. No almacenar grandes cantidades de material combustible. No colocar fuentes de ignición próximas al almacenaje del material. Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional. Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

11.4.3 Instalaciones de Bienestar e Higiene

Debido a que la ejecución de la instalación proyectada en este documento se realizará en un edificio en servicio, que dispone de instalaciones propias de Bienestar e Higiene; y dado el escaso número de trabajadores previstos en la obra, no se dispondrá de instalaciones adicionales de este tipo; teniendo en cuenta que las existentes en el edificio deberán cumplir todas las normas dispuestas en la reglamentación para la edificación.

11.5 Fases de Ejecución de la Obra

11.5.1 Montaje del Campo de Captación

El campo de captación será montado en la cubierta de las marquesinas. Los trabajos a realizar por los 5 operarios cualificados se resumen en:

- Replanteo de la disposición de los módulos del campo de captación. Señalización y mediciones.
- Instalación de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos. Se dispondrán en la cubierta las bases, raíles, anclajes, etc. sobre los que se anclarán los módulos fotovoltaicos.
- Fijación de los 338 módulos fotovoltaicos de 21,7 kg cada uno a la perfilera descrita en el punto anterior, junto con toda la estructura de soporte.

Para disponer todo el material descrito en la zona de cubierta del edificio se dispondrá de medios de elevación.

Identificación de riesgos

- Golpes contra objetos inmóviles
- Caída de personas a diferentes niveles
- Resbalones en los desplazamientos sobre andamios

- Electrocuci3nes por contactos directos con líneas eléctricas aéreas.
- Golpes, arañazos y cortes por herramientas manuales y eléctricas.
- Caída de objetos de las grúas por elevaci3n de cargas
- Atrapamiento y rascadas por las operaciones de elevaci3n de cargas.
- Desplome del equipo elevador o grúa.
- Proyecci3n hacia los ojos y al cuerpo de partículas incandescentes.
- Sobre esfuerzo dorso lumbar.

Medidas preventivas

- Los operarios que realicen este trabajo deberán llevar cintur3n porta herramientas.
- Todos los operarios que trabajen encima de andamios (en caso de que los hubiese) llevarán cinturones de seguridad sujetos a dispositivos anticaída, línea de vida.
- Utilizaci3n de herramientas adecuadas y homologadas para cada tipo de operaci3n.
- No debe haber objetos que molesten al paso dentro de los andamios (en caso de que los hubiese).
- Se verificará la no existencia de líneas eléctricas próximas al medio de elevaci3n. En caso de existir dichas líneas, se procederá a aislar los conductores eléctricos mediante personal autorizado de la empresa de suministros eléctricos.
- En las proximidades del medio de elevaci3n se colocarán las señales que alerten del peligro de caída de objetos y elevaci3n de cargas.
- Queda prohibida cualquier operaci3n con herramientas eléctricas (corte, soldadura, etc.) en presencia de charcos de agua, lluvia o zonas especialmente húmedas ni tampoco en zonas próximas a almacenes de productos combustibles.
- Cualquier pieza de ropa manchada de grasa, aceite, disolvente, etc., deberá ser sustituida por una limpia.
- El sistema elevador o grúa se situará en un lugar perfectamente accesible por el operario, que deberá disponer de un cintur3n de seguridad y un dispositivo anticaída.
- Se mantendrá limpio, ordenado y libre de suciedad, toda la zona próxima al operario del sistema elevador de cargas.
- Queda prohibido situarse debajo del elevador o grúa. Del mismo modo tampoco se podrá estar en zonas de caída de chispas procedentes de las operaciones de corte y soldadura.
- Alrededor de la cubierta se realizará una protecci3n colectiva, como el montaje de una barandilla de cómo mínimo 90 cm, homologada y montada por personal especializado, o en su defecto los operarios deberán llevar un arnés de seguridad fijado a una línea de vida.
- Si se utiliza elevador, este será homologado a motor de combusti3n. Los operarios que vayan en éste deberán estar asegurados a la baranda correspondiente.

Equipos de protecci3n individual

- Casco homologado tipo N, en todo momento.

- Botas de seguridad homologadas clase I.
- Guantes de cuero homologados por protecciones mecánicas.
- Dispositivo anticaída clase A tipo 3 con enroscamiento.
- Cinturón de seguridad clase A tipo 2.
- Pantalla de protección para soldadura eléctrica.
- Peto de trabajo.
- Guantes aislantes de electricidad clase I.
- Faja de protección dorso lumbar.

11.5.2 Instalación y Conexión de los Componentes Eléctricos de la Instalación

En este apartado se analizan los riesgos derivados de las operaciones de instalación de los componentes eléctricos de la instalación solar fotovoltaicas. Los componentes eléctricos principales que se instalarán, así como las principales operaciones a realizar, son:

- Conexión de los módulos fotovoltaicos.
- Onduladores de corriente a nivel de suelo.
- Cableado diverso a nivel de suelo y a una altura máxima de 6m.
- Cuadro de conexiones, contadores y dispositivos eléctricos a nivel de suelo.
- Centralita de recepción de datos a nivel de suelo.
- Conexión a la red exterior a nivel de suelo.

Los elementos eléctricos citados se instalarán en lugares protegidos de las inclemencias del tiempo en el interior del inmueble.

Tan sólo se realizarán sobre la cubierta los trabajos de conexión de los módulos fotovoltaicos. Las restantes operaciones podrán realizarse a nivel de suelo o en el peor de los casos con la ayuda de una escalera tipo tijera no superior a los 3 metros de altura.

Identificación de riesgos

- Caídas de personas a diferentes niveles
- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes por caídas de objetos
- Contactos directos con líneas y conexiones eléctricas
- Contactos eléctricos indirectos.
- Golpes, arañazos y cortes por herramientas manuales y eléctricas
- Desplome del equipo elevador o grúa.
- Incendio por efecto eléctrico

- Los operarios que realicen este trabajo deberán llevar cinturón porta herramientas.
- Todos los operarios que trabajen sobre la cubierta llevarán cinturones de seguridad sujetos a dispositivos anticaída, línea de vida.
- Utilización de herramientas adecuadas y homologadas con doble aislamiento eléctrico.
- No debe haber objetos que molesten al paso dentro del medio de elevación.
- Se verificará la no existencia de líneas eléctricas próximas al medio de elevación. En caso de existir dichas líneas, se procederá a aislar los conductores eléctricos mediante personal autorizado de la empresa de suministros eléctricos.
- En las proximidades del medio de elevación se colocarán las señales que alerten del peligro de caída de objetos y elevación de cargas.
- Cualquier pieza de ropa manchada de grasa, aceite, disolvente, etc., deberá ser sustituida por una limpia.
- Se mantendrá limpio y ordenado el lugar de trabajo.
- En todo momento se dispondrá de calzado homologado de clase I.
- Todos los conductores eléctricos utilizados, así como sus correspondientes conexiones y componentes eléctricos deberán estar correctamente aislados según el REBT.
- Cualquier parte de la instalación se considera de Baja Tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.
- Se prescindirá, siempre que sea posible, de la realización de trabajos con tensión eléctrica.
- En caso de necesitar manipulaciones eléctricas con tensión en la instalación provisional de obra, se deberá hacer con guantes de protección eléctrica clase 1 y protecciones oculares clase D.
- Los conductores si van por el suelo no se pisarán, ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndolos adecuadamente al atravesar zonas de paso.
- Se señalizarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.
- Todos los equipos y componentes de la instalación fotovoltaica deberán estar homologados y disponer del marcado CE.
- Los elementos y condiciones de montaje de los componentes eléctricos de toda la instalación deberán cumplir con el REBT, así como con sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- El montaje e instalación de los componentes eléctricos, así como de sus conexiones, deberá realizarse según los correspondientes manuales de instrucciones facilitados por los fabricantes de los equipos.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a seguir en caso de incendio o accidente eléctrico.
- Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso a personas a los lugares dónde se están instalando los equipos eléctricos, así como al manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

Equipos de protección individual

- Casco homologado tipo N, en todo momento.
- Botas de seguridad homologadas clase I.
- Guantes de cuero homologados por protecciones mecánicas.
- Dispositivo anticaída clase A tipo 3 con enroscamiento.
- Cinturón de seguridad clase A tipo 2.
- Pantalla de protección para soldadura eléctrica.
- Peto de trabajo.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas manuales homologadas con aislamiento eléctrico.
- Guantes aislantes de electricidad clase I.
- Cinturón portaherramientas.

11.6 Obligaciones del Promotor

Antes del inicio de los trabajos, se designará un coordinador en materia de seguridad y salud, siempre y cuando en la ejecución de las obras intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diferentes trabajadores autónomos.

La designación de coordinador en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

En el caso de tratarse de una obra en la que no se requiera un Plan de Seguridad y Salud, será la Empresa Instaladora la encargada de aportar el recurso preventivo en obra.

11.7 Coordinar en Materia de Seguridad y Salud

La designación del coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de protección y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se reconocen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, a las actividades a las que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, si es preciso las modificaciones introducidas en el mismo; siempre y cuando sea requerido un Plan de Seguridad y Salud.
- Organizar la coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las funciones y acciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que tan sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuese necesaria la designación del coordinador.

11.8 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará, cuando sea necesario, un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En este plan se incluirán, en este caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes de inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir en el transcurso de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud.

Cuando no fuese necesaria la designación del coordinador de seguridad y salud, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la dirección facultativa.

Aquellos que intervengan en la ejecución de la obra, así como la persona o órganos con responsabilidades en materia de prevención, las empresas participantes en la misma y los representantes de los trabajadores podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que

el plan de seguridad y salud se depositará en la obra a disposición permanente de los anteriormente citados, así como de la Dirección Facultativa.

11.9 Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas

El contratista y subcontratista están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de vías, zonas de desplazamiento y circulación.
- Manipulación de diferentes materiales y utilización de medios auxiliares.
- Mantenimiento, control previo a la puesta de servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudiesen afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Delimitación y condicionamiento de las zonas de almacenaje y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- Almacenaje y evacuación de residuos y basuras.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del período de tiempo efectivo que deberán de dedicarse a los diferentes trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los interventores de la obra.
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir o hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan o actividad.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que tengan que adoptarse en lo referente a su seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo referente a las obligaciones que le correspondan directamente, o cuando precise, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, contestarán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas propuestas en el plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

11.10 Obligaciones de los Trabajadores

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Almacenaje, evacuación de residuos y basuras.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del período de tiempo efectivo que deberán dedicarse a los diferentes trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los interventores en la obra.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiese establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas por los trabajadores en el artículo 29, apartado 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones en materia de seguridad y salud. Los trabajadores autónomos tendrán que cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

11.11 Paralización de los Trabajos

Cuando el Coordinador, durante la ejecución de las obras, observe el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia del incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer de la paralización de los trabajos, o en su caso de la paralización de la totalidad de la obra.

Rendirá cuentas de este hecho a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realice la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

11.12 Derechos de los Trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que deban adoptar en lo referente a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud (cuando este sea requerido) y de sus posibles modificaciones, a efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

11.13 Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud que se Deben Aplicar en las Obras

Las obligaciones previstas en las tres partes del anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, serán aplicados siempre que lo exijan las características de la obra o actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

12 ANEXO D: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

12.1 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones en Baja Tensión

12.1.1 Condiciones Generales

Todos los materiales utilizados en la presente instalación serán de primera calidad y cumplirán las condiciones exigidas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y aquellas disposiciones vigentes en relación con materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a análisis o pruebas por parte de la contrata, si lo cree necesario para acreditar la calidad de los mismos. Cualquier otro tipo de material que haya sido especificado y sea necesaria su utilización deberá ser aprobado por la Dirección Técnica; entendiéndose que puede ser rechazado aquel material que no cumpla las condiciones exigidas para la buena práctica de la instalación.

Los materiales no designados en el proyecto que dieran lugar a precios contradictorios cumplirán las condiciones de bondad necesarias, según el papel de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a ninguna reclamación para estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán adecuadamente, de acuerdo con las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, bajo el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las instrucciones recibidas por parte de la Dirección Facultativa. De modo que la Contratista no pueda utilizar el pretexto de la baja en subasta, para variar la ejecución, ni la premisa de calidad de las instalaciones proyectadas en relación con los materiales y la mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

12.1.2 Canalizaciones Eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canalizaciones, fijadas directamente sobre las paredes, enterrados, incrustados en estructuras, en el interior de huecos de la propia construcción, debajo de molduras y en bandejas o soportes de bandejas según se indique en la memoria y planos del presente proyecto.

Antes de iniciar la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que tengan que soportarla o en los cuales vaya a ir fijada, como forjados o paredes. De modo que, y a excepción de aquellos casos en los que al estar previstas se hayan dejado preparadas las canalizaciones necesarias al ejecutar la obra previa, se deberá plantear sobre ésta de forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y de protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

12.1.2.1 Canalizaciones Eléctricas

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubos y accesorios metálicos
- Tubos y accesorios no metálicos
- Tubos y accesorios compuestos por materiales metálicos y no metálicos

Y se clasifican según lo dispuesto en las normas:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no contendrá en ninguno de sus puntos: aristas, asperezas o fisuras susceptibles de causar desperfectos sobre los conductores o cables aislados que por ellos discurran; ni de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las prescritas por la norma UNE-EN 60.423. Mientras que, para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente.

La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relacionado a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo indicado por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficies:

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser completamente rígidos y en casos especiales podrán ser tubos con capacidad para curvarlos. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 13.1.2.1.a *Características de tubos en canalizaciones fijas en superficie.*

Característica	Código	Grado
<i>Resistencia a la compresión</i>	4	Fuerte
<i>Resistencia al impacto</i>	3	Medio
<i>Temperatura mínima de instalación y servicio</i>	2	-5°C
<i>Temperatura máxima de instalación y servicio</i>	1	+ 60°C
<i>Resistencia al curvado</i>	1-2	Rígido/Curvable
<i>Propiedades eléctricas</i>	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
<i>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</i>	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
<i>Resistencia a la penetración de agua</i>	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el tubo esté inclinado 15°.

<i>Resistencia a la corrosión de tubos metálicos</i>	2	Protección interior y exterior media y compuestos
<i>Resistencia a la tracción</i>	0	No declarada
<i>Resistencia a la propagación de llamas</i>	1	No Propagador
<i>Resistencia a las cargas suspendidas</i>	0	No declarada

Tabla 13.1.2.1. a Características de tubos en canalizaciones fijas en superficie

Tubos en canalizaciones empotradas:

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvados o flexibles. Con las características mínimas descritas en la *Tabla 13.1.2.1.b Características de tubos en canalizaciones empotradas*.

Característica	Código	Grado
<i>Resistencia a la compresión</i>	2	Ligera
<i>Resistencia al impacto</i>	2	Ligera
<i>Temperatura mínima de instalación y servicio</i>	2	-5°C
<i>Temperatura máxima de instalación y servicio</i>	1	+ 60°C
<i>Resistencia al curvado</i>	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
<i>Propiedades eléctricas</i>	0	No declaradas
<i>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</i>	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
<i>Resistencia a la penetración de agua</i>	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el tubo esté inclinado 15°.
<i>Resistencia a la corrosión de tubos metálicos</i>	2	Protección interior y exterior media y compuestos
<i>Resistencia a la tracción</i>	0	No declarada
<i>Resistencia a la propagación de llamas</i>	1	No Propagador
<i>Resistencia a las cargas suspendidas</i>	0	No declarada

Tabla 13.1.2.1. b Características de tubos en canalizaciones empotradas

Tubos en canalizaciones enterradas:

Las características mínimas de los tubos en canalizaciones empotradas quedan descritas en la *Tabla 13.1.2.1.c Características de tubos en canalizaciones enterradas*.

Característica	Código	Grado
<i>Resistencia a la compresión</i>	NA	250 N / 450 N / 750 N
<i>Resistencia al impacto</i>	NA	Ligera / Normal / Normal
<i>Temperatura mínima de instalación y servicio</i>	NA	NA
<i>Temperatura máxima de instalación y servicio</i>	NA	NA
<i>Resistencia al curvado</i>	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
<i>Propiedades eléctricas</i>	0	No declaradas
<i>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</i>	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
<i>Resistencia a la penetración de agua</i>	3	Contra el agua en forma de lluvia

<i>Resistencia a la corrosión de tubos metálicos</i>	2	Protección interior y exterior media y compuestos
<i>Resistencia a la tracción</i>	0	No declarada
<i>Resistencia a la propagación de llamas</i>	0	No declarada
<i>Resistencia a las cargas suspendidas</i>	0	No declarada

Observaciones:

NA: no aplicable

Para tubos embebidos en hormigón se aplican 250 N y grado ligero

Para tubos empotrados en tierra ligera se aplican 450 N y grado normal

Para tubos empotrados en tierra pesada se aplican 750 N y grado normal

Se considera tierra ligera aquella tierra uniforme que no sea de tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines.

Se considera tierra pesada aquella de tipo pedregoso y duro, con cargas superiores pesadas, como por ejemplo calzadas y vías férreas.

Tabla 13.1.2.1. c Características de tubos en canalizaciones enterradas

Instalaciones:

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones con tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo las líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limiten el local dónde se efectúe la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, de modo que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables a base de aplicar calor podrán ser acoplados entre sí a golpe caliente, recubriendo la unión con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas a los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la normativa UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de su colocación y fijación, teniendo en cuenta sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m, y el número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de ser colocados.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servicios al mismo tiempo que cajas de empalmes o derivaciones.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materiales aislantes y no propagadores de llamas. Si fuesen metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que tengan que contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos a las cajas de conexión, se tendrán que utilizar prensaestopas o conexiones adecuadas.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad que se produzcan condensaciones de agua en su interior, por lo que se seleccionará convenientemente el trazado de su instalación, previendo su evacuación y estableciendo una ventilación, por ejemplo, el uso de un “T” de la cual uno de sus brazos no se utilizará.
- Los tubos metálicos que sean accesibles se deben poner a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No se podrán utilizar los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrá en cuenta, además, lo siguiente:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como mínimo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de un lado y otro lado en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la cual se instalen, curvándose o usándose los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente colocar los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, para protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de tubos en el interior de elementos de construcción, las regatas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos por los que transcurren. Las dimensiones de las regatas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa se puede reducir a 0,5 cm.
- En ningún caso se instalarán tubos destinados a la instalación eléctrica entre forjados y revestimientos de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provisto de codos o “T” adecuadas; en este último caso sólo se admitirán aquellos que cuenten con tapa de registro.

- Las tapas de registro y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y las cajas quedarán niveladas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizar tubos empotrados en pared, es conveniente que los recorridos se realicen a 50 cm como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

12.1.2.2 Conductores Aislados Enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir en tubo, a excepción que tengan cubierta y una tensión asignada de 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con las indicaciones por la instrucción ITC-BT 07 y ITC-BT 21.

12.1.2.3 Conductores Aislados en el Interior de la Construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Los cables y tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de llamas.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, bigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien entre dos superficies paralelas, como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de estos huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior del de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20mm.

Las paredes que contengan canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos tendrán la suficiente solidez para protegerlas contra las acciones previsibles. Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas y los cambios de dirección en un número elevado o con un radio de curvatura pequeño en el interior de los huecos.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesario la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus adornos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, utilizando para ello las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior de los huecos; prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de ésta en las partes más bajas de los huecos, etc.

12.1.2.4 Conductores Aislados con Canales Protectoras

La canal protectora es un material de la instalación constituida por un perfil de paredes perforadas o, no necesariamente, destinadas a alojar conductores o cables, cerrada por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que tan sólo pueden abrirse con ayuda de herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc.; siempre y cuando se fijen siguiendo las indicaciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones con sus mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento en el que se ubicará; siendo, además, no propagadoras de llamas. Estas características, deberán cumplir con lo dispuesto en las normas de la serie: UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente las líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limiten el local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica se deben conectar a la red de tierra, quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

12.1.2.5 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones NO Eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras NO eléctricas, se dispondrán de tal forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3cm.

Si se trata de conductos de calefacción, aire caliente, vapor o humos, las canalizaciones eléctricas se posicionarán de tal forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por tanto, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de paneles o pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensados (conductos de vapor, de agua, de gas, ..., etc.), a excepción de cuando se tomen las medidas necesarias para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

12.1.2.6 Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de manera que faciliten su maniobra, inspección y acceso a las conexiones que contienen. Estableciéndose de manera que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en cualquier momento a reparaciones, transformaciones, ..., etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, paredes o techos, no se realizarán empalmes o derivaciones de cables; estando protegidas contra deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las curvas, tapas, mandos y botones de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

12.1.3 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las características del proyecto, según se indica en la memoria, anexo de cálculos y/o en los planos.

12.1.3.1 Materiales

Los conductores presentarán las características recogidas en la Tabla 13.1.3.1.a Tabla de características de los posibles conductores a utilizar.

Tipos de conductores a utilizar

- | | |
|--|--|
| ▪ De 450/750 V de tensión nominal | ▪ De 0,6/1 kV de tensión nominal |
| ▪ Conductor de cobre | ▪ Conductor de cobre |
| ▪ Formaciones unipolares | ▪ Formaciones posibles uni-bi-tri-tetrapolares |
| ▪ Aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) | ▪ Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) |
| ▪ Tensión de prueba de 2.500 V | ▪ Tensión de prueba de 4.000 V |
| ▪ Instalación en el interior de tubos | ▪ Instalación al aire o en bandeja |
| ▪ Normativa aplicable UNE 21.031 | ▪ Normativa aplicable UNE 21.123 |

Tabla 13.1.3.1.a Tabla de características de los posibles conductores a utilizar

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, comprendiéndose su coeficiente de resistividad a 20°C entre el 98% y el 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la prueba que aquí se describe:

A una muestra limpia y seca de hilo de estaño se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, y a continuación se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 g de peso específico a una temperatura de 20°C.

Esta prueba se realizará dos veces, tras las cuales no deberá apreciarse puntos negros en el hilo.

La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor que se trate.

12.1.3.2 Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- **Intensidad máxima admisible.** Como intensidad se escogerá la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esta intensidad de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT 07, 19 y 21 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones concretas de la instalación.

En cuanto al coeficiente de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las instrucciones ITC-BT 44, para receptores de iluminación, y ITC-BT 47 para receptores de motor.

- **Caída de tensión en servicio.** La sección de los conductores a utilizar se determinará de manera que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea inferior al 3% de la tensión nominal en el origen, para iluminación, y del 5% para el resto de los usos, considerando simultaneidad de todos los receptores. Siendo del 1,5% para las derivaciones individuales.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de derivación individual; de modo que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas.

- **Caída de tensión transitoria.** La caída de tensión en todo el sistema durante el encendido de motores no ha de provocar condiciones que impidan el arranque de estos, desconexión de los conductores, oscilaciones de la iluminación, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT 07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT 18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que los segundos o bien de forma independiente; siguiendo en todo caso las normas particulares de la empresa distribuidora con relación a éstos.

12.1.3.3 Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que, para la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento, a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación han de ser fácilmente identificables, especialmente el conductor neutro y el conductor de protección. Esta identificación se realizará por medio de los colores que tengan sus aislantes.

Cuando la instalación cuente con neutro o bien se prevea que un conductor de fase pase, posteriormente, a ser el conductor de neutro, se identificarán mediante el color azul claro.

El conductor de protección se identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos que no se prevea su posterior utilización como neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento como mínimo igual a los valores indicados en la *Tabla 13.1.3.3.a Resistencias de aislamiento*.

Tensión Nominal Instalación	Tensión asignada CC [V]	Resistencia de aislamiento [MΩ]
MBTS ó MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
>500 V	1000	≥ 1,00

Tabla 13.1.3.3. a Resistencias de aislamiento

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 \cdot U + 1000V$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en V; y como mínimo de 1.500V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en los que ésta pueda derivarse, a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

12.1.4 Cajas de empalmes

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas, de material plástico resistente incombustible o metálico. En caso de ser de este último material deberán estar aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que tengan que contener. Su profundidad será igual a, como mínimo, 1,5 veces el diámetro del tubo de mayor diámetro, con un mínimo de 40mm. Siendo el lateral o diámetro de la caja de al menos 80mm.

Cuando se quiera hacer estancas las entradas de los tubos a las cajas de conexión, se deberán emplear prensaestopas adecuadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, con empalmes o derivaciones

por simple retorcimiento o enrollamiento entre sí de los conductores, sino que se realizarán utilizando siempre bornes de conexión.

Los conductores se fijarán firmemente en todas las cajas de conexión de salida, de empalmes y de pasada, mediante contratueras y casquillo. Se procederá de tal modo que quede al descubierto el número total de hilos de rosca con la finalidad de que el casquillo pueda ser extraído contra el extremo del conducto, después del cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y las cajas se sujetarán por medio de pernos con pasador en tocho vacío, por medio de pernos de expansión en hormigón y tocho macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos con fijador de tipo caracol se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva, de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg.

No se hará uso de clavos para la sujeción de cajas o conductos.

12.1.5 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en el que estén instalados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de volver a una posición intermedia. Serán de tipo cerrado y material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto será tal que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcadas su intensidad y tensiones nominales, y se probarán a una tensión de 500 a 1.000V. Las tomas de corriente serán de material aislante, que llevará marcada su intensidad y tensión nominal de trabajo y dispondrán, como norma general, toma de tierra.

Todas ellas irán instaladas en el interior de cajas empotradas en las paredes, de modo que en el exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa de cerramiento.

Cuando haya dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en una misma caja, convenientemente dimensionada para evitar falsos contactos.

12.1.6 Mandos y protección

12.1.6.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito a la salida del cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia el suelo se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el uso de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT 24.

Los cuadros serán adecuados para trabajar en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del +5% sobre el valor nominal. Y se diseñarán para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad. Se ensamblarán y cablearán completamente en fábrica. Estarán formados por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y plafones de cerramiento de chapa de acero, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico con la parte frontal transparente. Las puertas estarán provistas con una junta de estanqueidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canales provistas de tapa desmontable. Los cables de potencia irán en canales diferentes en todo su recorrido a las canales por las que se colocarán los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los mismos; en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (botones, interruptores, conmutadores, etc.), plafones sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los mandos interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por la parte frontal. El cableado interior de los cuadros se empotrá hasta una interlínea de bornes situada al lado de las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envolvente de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado del color que se especifique en la memoria o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberá de proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento en todas las condiciones de servicio, y en particular:

- A los compartimentos que deban de ser accesibles para su accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA), según especificaciones indicadas en planos y memoria.

12.1.6.2 Interruptores automáticos

En origen de la instalación y lo más próximo posible al punto de alimentación de la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el cual se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se conseguirá con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección de sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección contra cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en su origen, así como en los puntos en los cuales la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a variaciones de sección, de las condiciones de la instalación, sistemas de ejecución o tipos de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en el cual se pretenda una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura de aire, de disparo libre e indicador de posición. Su accionamiento será directo por pulsación con mecanismos de cierre por energía acumulada; pudiendo ser manual o manual y eléctrico, según se indique en los esquemas facilitados, por necesidades de automatismo.

Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, y el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, después de ellos. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

12.1.6.3 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores. Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre materiales aislados e incombustibles, y estarán contruidos de tal manera que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcada la intensidad y la tensión nominal de trabajo.

No serán admisibles elementos en los cuales la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Se montarán sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

12.1.6.4 Interruptores diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Las partes activas estarán recubiertas de aislamiento que tan sólo pueda ser eliminado destruyéndolo.
- Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que tengan, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si son necesarias aperturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho que las partes activas no pueden ser tocadas voluntariamente.

- Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales de fácil acceso han de contar, como mínimo, de grado de protección IP4X o IP XXD.
- Las barreras o envolventes han de fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficiente para mantener el grado de protección exigido, con una separación suficiente de las partes activas en las conducciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.
- Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o sacar partes de estas, sólo será posible:
 - Con la ayuda de una llave o una herramienta.
 - O bien, después de sacar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
 - O bien, si hay interpuesta otra barrera que tiene como mínimo grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser sacada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.
- Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial – residual. Esta medida de protección tan solo está destinada a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.
- El uso de dispositivos de corriente diferencial – residual, cuyo valor de corriente diferencial sea inferior o igual a 30 mA, se reconocerá como medida de protección complementaria en caso de que falle otra medida contra los contactos directos o en caso de imprudencia del usuario.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la producción”.

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección han de estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador se debe poner con toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \cdot I_a \leq U$; donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático de los dispositivos de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial – residual corresponde con la corriente – residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 o 24V).

12.1.6.5 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servir continua y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a la tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

12.1.6.6 Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras, una para cada una de las fases, y otra, con la mitad de sección, para el neutro. La barra de neutro deberá de ser seccionable en la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en la memoria y en los planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la toma de tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si hubiese, los conductores de protección de los cables de salida.

12.1.6.7 Prensaestopas y Etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las interlíneas de entrada y salida. Se proveerán de prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cerramiento para cables armados y de cerramiento sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán perfectamente identificados en el interior del cuadro mediante números que se corresponderán con la designación del esquema. Las etiquetas irán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los plafones frontales, impresos en horno, con fondo negro mate y rótulos y zonas de estampación en aluminio pulido.

El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible. En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

12.1.7 Receptores de iluminación

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas por medio de cables flexibles no ha de exceder de 5 kg. Los conductores, que han de ser capaces de soportar este peso, no han de tener empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento diferente del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las iluminarias que no sean de Clase II o de Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su toma de tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación se dimensionarán de tal modo que sean capaces de transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de encendido. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en VA será de 1,8 veces la potencia en Watios de las lámparas.

En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que las fases. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre que el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto unos como otros puedan producir. En este caso el coeficiente será el que resulte del cálculo.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de tensión muy baja (p.ej. 12V) se debe tener en cuenta la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica contra cortocircuitos, sobrecargas y choques eléctricos.

12.1.8 Puesta a Tierra

Las tomas de tierra se establecen principalmente con el fin de limitar la tensión que, respecto al suelo, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones e impedir o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La toma o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni ningún tipo de protección, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de toma de tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al suelo no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, y al mismo tiempo, permitan el paso al suelo de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales utilizados en la toma de tierra han de ser tales que:

- El valor de la resistencia de toma de tierra se corresponda con las normas de protección y de funcionamiento de las instalaciones y se mantenga de este modo con el transcurso del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro; especialmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La robustez o protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencia externa.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que puedan afectar a otras partes metálicas.

12.1.8.1 Puesta a tierra

Toma de Tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Platinas, conductores desnudos,
- Placas,
- Anillas o mallas metálicas formadas por los elementos anteriores, o sus posibles combinaciones,
- Armaduras de hormigón enterradas, a excepción de las armaduras pretensadas,
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad a la que deben enterrarse las tomas de tierra ha de ser tal que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo o de otros efectos climáticos, no aumente la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. No siendo inferior, en ningún caso, a 0,5m.

Conductores de toma de tierra

La sección de los conductores de toma de tierra, cuando estén enterrados, deberá comprenderse entre los valores establecidos en la *Tabla 13.1.8.1. a Tabla valores sección conductores de toma de tierra*; no siendo inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido Mecánicamente	No protegido Mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores prot. Apt.	16 mm ² Cu
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores prot. Apt.	16 mm ² Cu Acero Galvanizado
No Protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu	25 mm ² Cu
No Protegido contra la corrosión	50 mm ² Fe	50 mm ² Fe

Nota: La protección contra la corrosión se puede obtener mediante una envolvente.

Tabla 13.1.8.1. a Tabla de valores sección conductores de toma de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se ha de extremar la precisión para que resulten eléctricamente correctas; especialmente se debe proceder con cuidado para que no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de toma de tierra

En toda instalación de toma de tierra es necesario un borne principal de tierra, que debe unirse a los conductores siguientes:

- A los conductores de tierra.
- A los conductores de protección.
- A los conductores de unión equipotencial principal.
- A los conductores de toma de tierra funcional, si son necesarios.

Sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, se debe disponer de un dispositivo capaz de medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, ha de ser desmontable (necesariamente por medio de una herramienta), mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de Protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el objeto de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la Tabla 13.1.8.1. b Sección conductores de protección en función de la sección de los conductores de fase.

<i>Sección conductores de fase [mm²]</i>	<i>Sección conductores de protección [mm²]</i>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 13.1.8.1. b Sección conductores de protección en función de la sección de los conductores de fase

En todos los casos, los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, como mínimo de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección se podrán utilizar:

- Conductores en los cables multiconductores, o
- Conductores aislantes o desnudos que tengan una envolvente común con los conductores activos, o
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato o dispositivo deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deberán ser conectadas en serie en un circuito de protección.

12.1.9 Seguridad

En general, basándose en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en el montaje de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándose la no existencia de la misma mediante la utilización de aparatos de medida y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrarán siempre un mínimo de 2 operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se utilicen aparatos o herramientas eléctricas, además de conectarlos a tierra cuando sea preciso, estarán dotadas de un grado de aislamiento II, o estarán alimentadas con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Se bloquearán en posición de apertura, si fuese posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un rótulo con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio a la finalización de los trabajos hasta no haber comprobado que no exista ningún tipo de peligro.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante (sin elementos metálicos en las suelas).
- Se cumplirán todas las disposiciones generales de seguridad de cumplimiento obligado relativas a la seguridad, la higiene y la salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

12.2 Condiciones Técnicas Particulares para Instalaciones Solares Fotovoltaicas Conectadas a Red

12.2.1 Objeto del presente pliego de condiciones técnicas particulares

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

12.2.2 Generalidades

Este Pliego se aplica en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser autoconsumida y/o vertida a red, pero siempre considerando que la instalación fotovoltaica estará conectada a la red de distribución. Es decir, quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, sobre procedimientos de autorización de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 2019/1997, del 26 de diciembre, por el que se autoriza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Orden ITC/1522/2007, del 24 de mayo, por el cual se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Reglamentación vigente de baja tensión: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, i les instrucciones MIBT Complementarias al Reglamento para Centrales Eléctricas i Estaciones Transformadores.
- Orden del 6 de julio de 1984 (B.O.E. del 1 de agosto de 1984), por el que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones i Centros de Transformación.
- Decreto 363/2004, de 24 de agosto, por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Decreto 74/2007, de 27 de marzo, por el cual se modifica el artículo 13.1 del Decreto 363/2004, de 24 de agosto, por el que se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 661/2007, del 25 de mayo, por el cual se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- CTE Código Técnico de la Edificación para la seguridad en caso de incendio (SI) y la seguridad de utilización (SU). Aprobados en el RD 314/2006 del 17 de marzo. Real Decreto 2267/2004 del 3 de setiembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo. Orden 9 de marzo de 1971 (BOE 16-3-1971).

Para la ejecución de la instalación la Dirección Facultativa se basará en las normas de ejecución material incluidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias, que se

encuentra actualmente en vigor, así como las normas concretas de la compañía suministradora del fluido eléctrico que detalla los puntos que el reglamento deja a su elección y, finalmente, las Hojas de Interpretación del Reglamento Electrotécnico publicadas por la Dirección General de Energía del Ministerio de Industria.

12.2.3 Definiciones

Radiación

Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m².

Instalación

Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

Potencia nominal del generador

Potencia máxima generada por la suma de los inversores del campo de captación.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos

Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Condiciones Estándar de Medida (CEM o STC)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

Integración Arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida anteriormente, se denominará *superposición* y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

12.2.4 Diseño

12.2.4.1 Diseño del generador fotovoltaico

GENERALIDADES

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado *13.2.5 Componentes y materiales*.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la *Tabla 13.2.4.1.a Pérdidas admisibles por Orientación, Inclinación y Sombras*. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según

se define en el apartado III.2.3. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	<i>Orientación e Inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (S+OI)</i>
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración Arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 13.2.4.1.a Pérdidas admisibles por Orientación, Inclinación y Sombras

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con la *Tabla 13.2.4.1.a Pérdidas admisibles por Orientación, Inclinación y Sombras*, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Documentación Técnica que así lo requiera.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al apartado 13.2.8 *Distancia mínima entre filas de módulos* de este PCT.

12.2.4.2 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

12.2.4.3 Diseño del sistema de monitorización

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el apartado 13.2.3 *Definiciones*, la Memoria de Solicitud y la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

12.2.5 Componentes y materiales

12.2.5.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

12.2.5.2 Generadores

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

12.2.5.3 Estructuras de soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE (seguridad estructural) y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el documento básico de seguridad estructural (DB-SE) del CTE.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no generarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras de soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

12.2.5.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superiores a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

12.2.5.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

12.2.5.6 *Conexión a red*

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, (artículos 12 y 13) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

12.2.5.7 *Medidas y facturación*

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, (artículo 18) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

12.2.5.8 *Protecciones*

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

12.2.5.9 Puesta a tierra

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

12.2.5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, (artículo 16) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

12.2.6 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

12.2.7 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

12.2.7.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

12.2.7.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la

instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto anterior.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador.

Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

12.2.8 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol entorno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Donde $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la *Tabla 13.2.8.a*. Valores significativos de k en función de la latitud del lugar.

Latitud	29º	37º	39º	41º	43º	45º
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 13.2.8.a Valores significativos de k en función de la latitud

Con la finalidad de aclarar posibles dudas respecto a la toma de datos relativa a h y d , se muestra la *Figura 13.2.8.a*. Representación de los parámetros d y h , ilustrado con un ejemplo de aplicación.

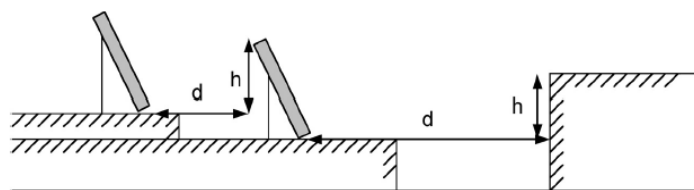


Figura 13.2.8.a Representación de los parámetros d y h .

La separación entre la parte posterior de una fila y el inicio de la siguiente no será inferior a la obtenida para la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las mediciones referenciadas al plano que contiene a las bases de los módulos.

13 ANEXO E: ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS

El presente Estudio de Gestión de Residuos realiza un análisis de los materiales que se van a emplear en los trabajos, y los residuos que pueden generarse tras los mismos. El objetivo de este análisis es doble. En primer lugar, eliminar, o al menos, reducir hasta unos niveles tolerables los efectos negativos ocasionados por las actuaciones en lo relativo a la generación de residuos, indicando cuales son los tratamientos más adecuados a los que deben someterse los mismos en función de su naturaleza y procedencia. En segundo lugar, lograr un uso racional de los materiales empleados en las obras optimizando el consumo de las materias primas y los recursos puestos a disposición de los equipos de trabajo.

Se pretende con ello dar cumplimiento a las normas vigentes en materia medioambiental, por lo que son de obligado cumplimiento todas las disposiciones que siguen:

- Ley 22/11 de 28 de julio de Residuos y Suelos contaminados
- Ley 11/97 de 24 de abril de envases y residuos de envases
- Ley 7/2.007 de 9 de julio de Gestión integrada de la Calidad Ambiental.
- Real Decreto 105/2.008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de residuos de la construcción y demolición
- Resolución de 20 de enero de 2.009 de la secretaria de estado de cambio climático por la que se aprueba el Plan nacional integrado de residuos 2.008-2.015
- Orden MAM/304/2.002, de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Y corrección de errores (pag 10.044 BOE núm 61 de 12 de marzo de 2.002).

De acuerdo con el RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, se redacta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición para la obra instalación fotovoltaica, conforme a lo dispuesto en el art. 4 del citado Real Decreto.

13.1 Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002

El Real Decreto 105/2008 define como Residuo de construcción y demolición: Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el art. 3ª) de la Ley 10/1998, se genere en una obra de construcción o demolición. Es decir cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anexo de la Ley 10/1998, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en la Lista Europea de Residuos, aprobada por las Instituciones Comunitarias.

Derogada expresamente la Ley 10/98 por la nueva Ley 22/11 de Residuos y Suelos contaminados, ésta última define los residuos, en general, como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención de desechar.

En este sentido, el Real Decreto también exime de su aplicación, a los productores y poseedores de residuos de construcción y demolición en obras menores de construcción y reparación domiciliaria, habida cuenta de que tienen la consideración jurídica de residuo urbano (municipal) y estarán por ello, sujetos a los requisitos que establezcan las entidades locales en sus respectivas ordenanzas municipales.

En cuanto al Residuo Inerte, el Real Decreto 105/2008 lo define como aquel residuo no peligroso que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La Lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

En cuanto a las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, el propio Real Decreto las considera como una excepción, para las cuales no es de aplicación el Real Decreto, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

En la obra que nos ocupa, Instalación Fotovoltaica los residuos que previsiblemente serán generados son los marcados a continuación, siguiendo la clasificación que para ellos da la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.

Según las características de las obras, los residuos generados en nuestra obra se clasifican conforme a la Orden MAM/304/2002 en:

15 01 01 Envases de papel y cartón.

15 01 02 Envases de plástico

17 05 04 Tierras y piedras no contaminadas

17 01 01 Hormigón

13.2 Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en obra.

En función de las características de la obra y las mediciones realizadas se estiman las siguientes cantidades de residuos generados, expresadas en Tn:

15 Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.

15 01 01 Envases de papel y cartón.

-Cantidad estimada; 0,04 Tn

15 01 02 Envases de plástico.

-Cantidad estimada; 0,015 Tn

17 05 04 Tierras y piedras no contaminadas

-Cantidad estimada; 0,6 Tn

17 01 01 Hormigón

-Cantidad estimada; 0,3 Tn

13.3 Medidas para la prevención de residuos en la obra.

Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida espacial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en esta obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Ya en la fase de redacción del proyecto se han tenido en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos, facilitándose además su posible desmantelamiento al final de la vida útil de la obra.

El constructor de la obra deberá asumir la responsabilidad de organizar y planificar la obra con el fin de generar la menor cantidad de residuos en la fase de ejecución, cuidando el suministro de materiales, su acopio y el proceso de ejecución.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos.

13.3.1 Prevención en tareas de demolición

Dada la naturaleza de la obra, no se prevén trabajos de demolición de elementos estructurales existentes.

No obstante, se realizarán trabajos de excavación para la ejecución de zanjas destinadas a canalizaciones eléctricas.

Con el fin de minimizar la generación de residuos, se adoptarán las siguientes medidas:

- Excavación controlada ajustada estrictamente a las dimensiones de proyecto
- Separación de tierras aptas para su reutilización en relleno
- Minimización de mezclas con otros materiales (escombros, restos orgánicos, etc.)
- Reutilización de las tierras excavadas en la propia obra siempre que sea posible
- Reducción del volumen de tierras sobrantes destinadas a vertedero

En caso de generarse excedentes, éstos serán gestionados conforme a la normativa vigente mediante gestor autorizado.

13.3.2 Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

13.3.3 Prevención en la Puesta en Obra

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

En concreto se pondrá especial interés en:

- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.
- En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
- Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
- El material se pedirá para su utilización mas o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

13.3.4 Prevención en el Almacenamiento en Obra

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se producen percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y palets retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

13.4 Medidas de separación en obra.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T

Plásticos 0,50 T

Papel y cartón 0,50 T

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Teniendo en cuenta las cantidades estimadas en el apartado anterior de cada clase de residuo, no sería necesaria la separación por fracciones para ninguno de los residuos generados. No obstante, en nuestro caso, y dado que se dispone de espacio físico en las proximidades de la obra, la separación de las distintas fracciones se producirá mediante la ubicación de contenedores, sacos o bolsas separados

13.5 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra.

Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra:

Se prevé la reutilización de las tierras y piedras no contaminadas (código LER 17 05 04) procedentes de la excavación de zanjas, las cuales serán empleadas como material de relleno en la propia obra, siempre que sus características sean adecuadas.

Por otra parte se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, incluyendo los palletes.

Previsión de operaciones de valorización en la misma obra:

Se prevé la valorización en obra de las tierras y piedras no contaminadas (código LER 17 05 04) procedentes de la excavación, mediante su reutilización como material de relleno de zanjas, siempre que sus características lo permitan.

Dada la reducida magnitud de la obra, no se prevén otras operaciones de valorización adicionales.

El resto de residuos generados serán gestionados mediante gestor autorizado, priorizando su reciclaje.

En el caso de las operaciones de ELIMINACION a que se destinen los Residuos:

El RD 105/08 prohíbe el Depósito de RCDs que no hayan sido sometidos a un tratamiento previo, salvo para aquellos que sea técnicamente inviable.

En nuestro caso se entregarán los residuos a Gestor autorizado para que él realice las operaciones previas al depósito de los residuos que no puedan ser valorizados.

13.6 Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables en obra (indicando características y cantidad de cada tipo de residuos)

Para el tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra, se pondrán estos a disposición de una empresa de Gestión y tratamiento de residuos para la gestión de residuos no peligrosos.

Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.

13.7 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO

A continuación, se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

15 01 01 Envases de papel y cartón.

-Cantidad estimada; 0,04 Tn

-Coste por Tn 18 €

-Coste total 0,72 €

15 01 02 Envases de plástico.

-Cantidad estimada; 0,015 Tn

-Coste por Tn 170 €

-Coste total 2,55 €

17 01 01 Hormigón

-Cantidad estimada; 0,3 Tn

-Coste por Tn 8 €

-Coste total 2,4 €

Coste de la gestión de residuos:

Coste 170,00 €

Total, del coste previsto: 185,67 €

Se prevé que la instalación de autoconsumo genere las siguientes emisiones:

- | | |
|--|----------------------|
| ▪ Emisiones a la atmosfera | <i>No se prevén.</i> |
| <i>Emisiones de CO₂ evitadas: 63.698 kg / año</i> | |
| ▪ Emisiones al medio físico | <i>No se prevén.</i> |
| ▪ Aguas residuales | <i>No se prevén.</i> |
| ▪ Ruidos | <i>No se prevén.</i> |

⁽¹⁾ (Referencia emisiones CO₂: 0,259 kg CO₂/kWh según el mix de comercializadoras sin GDOs (Garantías de Origen) 2021 publicado por la CNMC.).

14 ANEXO F: INFORME PVSYST

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 186 kWp

Camp dels Enginyers - Spain



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

VC0, Simulation date:
05/05/26 13:31
with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

Project summary

Geographical Site

Camp dels Enginyers

España

Situation

Latitude 42.2562 °(N)

Longitude 2.9606 °(E)

Altitude 29 m

Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

Camp dels Enginyers

MeteoNorm 9.0 dll, Sat=85 % - Sintético

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / -40 °

Orientation #2

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / 50 °

Orientation #3

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / 140 °

Near Shadings

no Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules

338 units

Pnom total

186 kWp

Inverters

Nb. of units

1 unit

Total power

100 kWac

Pnom ratio

1.86

Results summary

Simulation step Hourly

Produced Energy 234492 kWh/year Specific production 1261 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 80.83 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

VC0, Simulation date:
05/05/26 13:31
with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

General parameters

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

Simulation step

Hourly

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / -40 °

Orientation #2

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / 50 °

Orientation #3

Fixed plane

Tilt/Azimuth 5.7 / 140 °

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

no Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Longi Solar

Model LR5-72HPH-550M G2

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 550 Wp

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies

Model SUN2000-100KTL-M2-400Vac

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 100 kWac

Array #1 - 1.1-5.0 40°

Orientation 1

Tilt/Azimuth 6/-40 °

Number of PV modules 180 units

Nominal (STC) 99.0 kWp

Modules 9 string x 20 In series

Number of inverters 5 * MPPT 10% 0.5 unit

Total power 50.0 kWac

At operating cond. (50°C)

Pmpp 90.7 kWp

U mpp 756 V

I mpp 120 A

Operating voltage 200-1000 V

Max. power (=>40°C) 110 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 1.98

Array #2 - 6.1 50°

Orientation 2

Tilt/Azimuth 6/50 °

Number of PV modules 34 units

Nominal (STC) 18.70 kWp

Modules 2 string x 17 In series

Number of inverters 1 * MPPT 10% 0.1 unit

Total power 10.0 kWac

At operating cond. (50°C)

Pmpp 17.13 kWp

U mpp 642 V

I mpp 27 A

Operating voltage 200-1000 V

Max. power (=>40°C) 110 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 1.87

Array #3 - 7.1-7.2 50°

Orientation 2

Tilt/Azimuth 6/50 °

Number of PV modules 40 units

Nominal (STC) 22.00 kWp

Modules 2 string x 20 In series

Number of inverters 1 * MPPT 10% 0.1 unit

Total power 10.0 kWac

At operating cond. (50°C)

Pmpp 20.15 kWp

U mpp 756 V

I mpp 27 A

Operating voltage 200-1000 V

Max. power (=>40°C) 110 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 2.20



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

VC0, Simulation date:
05/05/26 13:31
with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

PV Array Characteristics

Array #4 - 8.1-9.2 140°

Orientation	3		
Tilt/Azimuth	6/140 °		
Number of PV modules	60 units	Number of inverters	2 * MPPT 10% 0.2 unit
Nominal (STC)	33.0 kWp	Total power	20.0 kWac
Modules	4 string x 15 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	30.2 kWp	Max. power (=>40°C)	110 kWac
U mpp	567 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.65
I mpp	53 A		

Array #5 - 10.1-10.2 140°

Orientation	3		
Tilt/Azimuth	6/140 °		
Number of PV modules	24 units	Number of inverters	1 * MPPT 10% 0.1 unit
Nominal (STC)	13.20 kWp	Total power	10.0 kWac
Modules	2 string x 12 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	12.09 kWp	Max. power (=>40°C)	110 kWac
U mpp	453 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.32
I mpp	27 A		

Total PV power

Nominal (STC)	186 kWp
Total	338 modules
Module area	873 m²
Cell area	806 m²

Total inverter power

Total power	100 kWac
Nb. of inverters	1 unit
	0.0 unused
Pnom ratio	1.86
No power sharing	

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance	
Uc (const)	20.0 W/m²K
Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s

Module Quality Loss

Loss Fraction	-0.75 %
---------------	---------

Module mismatch losses

Loss Fraction	2.00 % at MPP
---------------	---------------

Strings Mismatch loss

Loss Fraction	0.05 %
---------------	--------

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance	10 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC

Array #1 - 1.1-5.0 40°

Global array res.	104 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC

Array #2 - 6.1 50°

Global array res.	399 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC

Array #3 - 7.1-7.2 50°

Global array res.	470 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC

Array #4 - 8.1-9.2 140°

Global array res.	176 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

VC0, Simulation date:
05/05/26 13:31
with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

DC wiring losses

Array #5 - 10.1-10.2 140°

Global array res.	282 mΩ
Loss Fraction	1.50 % at STC



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

VC0, Simulation date:

05/05/26 13:31

with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

Main results

Simulation step

Hourly

System Production

Produced Energy

234492 kWh/year

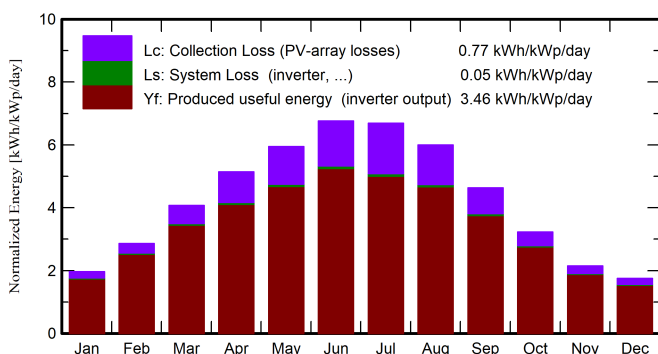
Specific production

1261 kWh/kWp/year

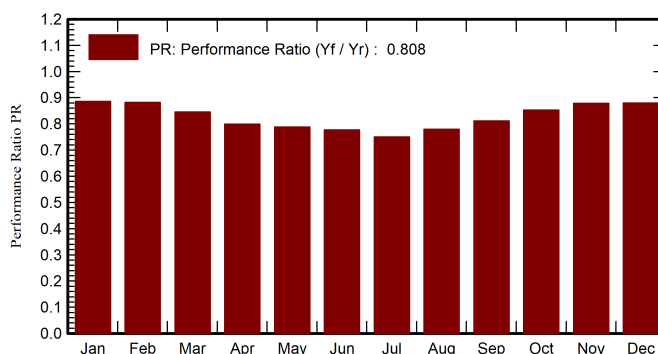
Perf. Ratio PR

80.83 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	ratio
January	58.0	27.19	8.70	61.1	57.0	10221	10054	0.886
February	77.3	32.32	8.94	80.2	76.6	13355	13148	0.882
March	123.3	48.11	11.41	126.4	122.5	20178	19877	0.846
April	152.5	60.49	14.00	154.4	150.7	23294	22945	0.800
May	183.4	83.06	17.26	184.4	180.3	27424	27017	0.788
June	202.3	89.69	21.64	202.8	198.6	29747	29312	0.777
July	206.6	74.61	24.05	207.2	203.0	29314	28886	0.750
August	184.0	71.07	23.82	185.9	181.6	27354	26954	0.780
September	136.5	55.46	20.53	139.1	135.2	21302	20983	0.811
October	97.3	43.40	17.13	100.2	96.2	16149	15902	0.853
November	61.6	28.67	12.43	64.5	60.6	10705	10531	0.879
December	51.5	25.39	9.30	54.3	50.4	9030	8883	0.879
Year	1534.3	639.46	15.81	1560.6	1512.7	238072	234492	0.808

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio



Project: ENERGETICA - Olivar Gran - 100 kW

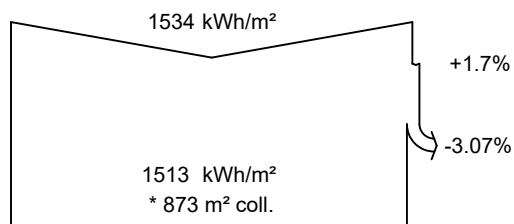
Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.1.0

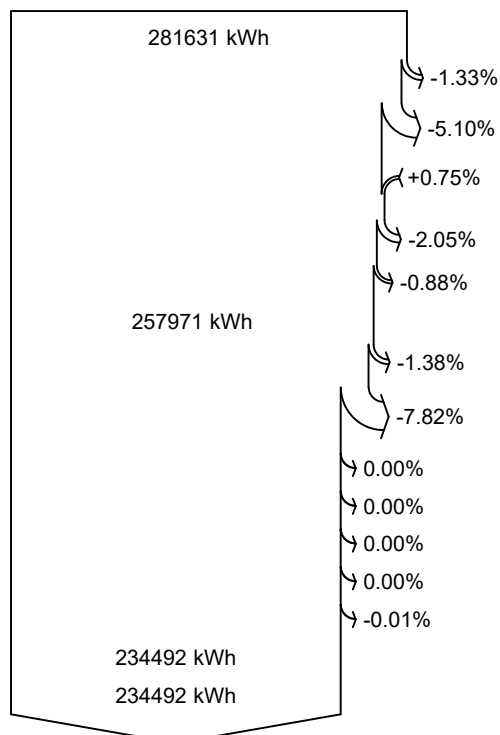
VC0, Simulation date:
05/05/26 13:31
with V8.1.0

Servicios Integrales a Infraestructuras Energéticas s.l (Spain)

Loss diagram



efficiency at STC = 21.32%



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

IAM factor on global

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

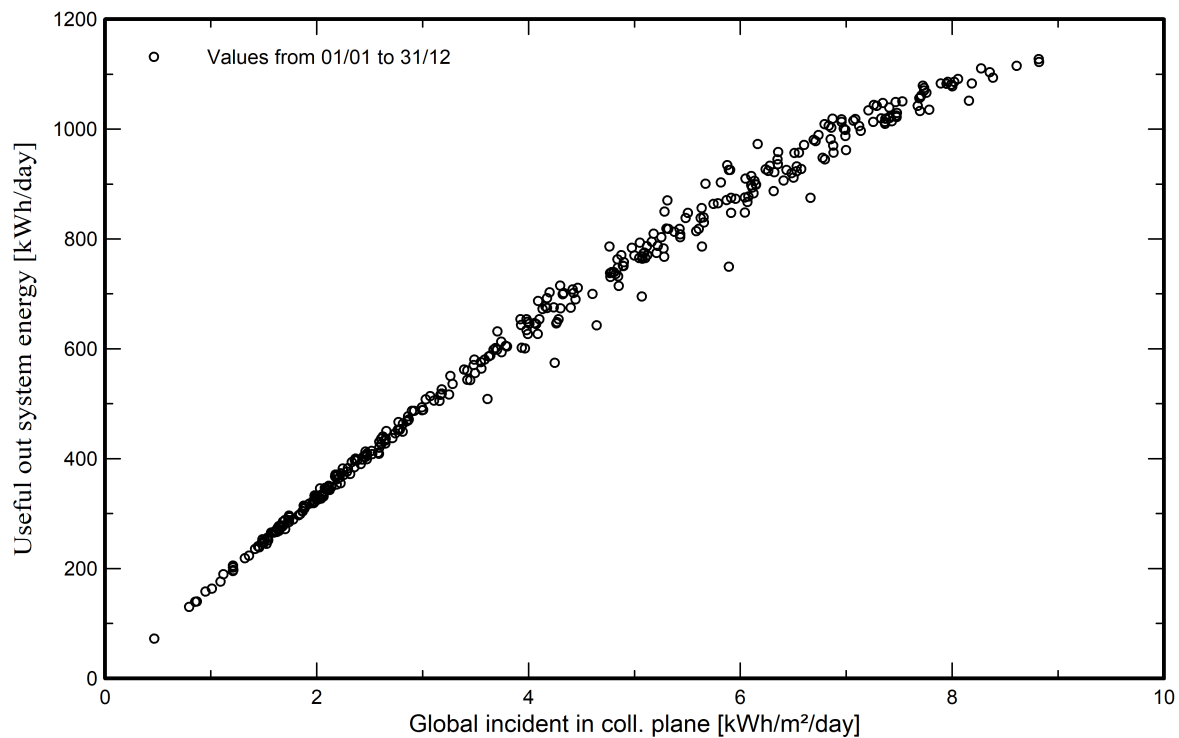
Available Energy at Inverter Output

Energy injected into grid

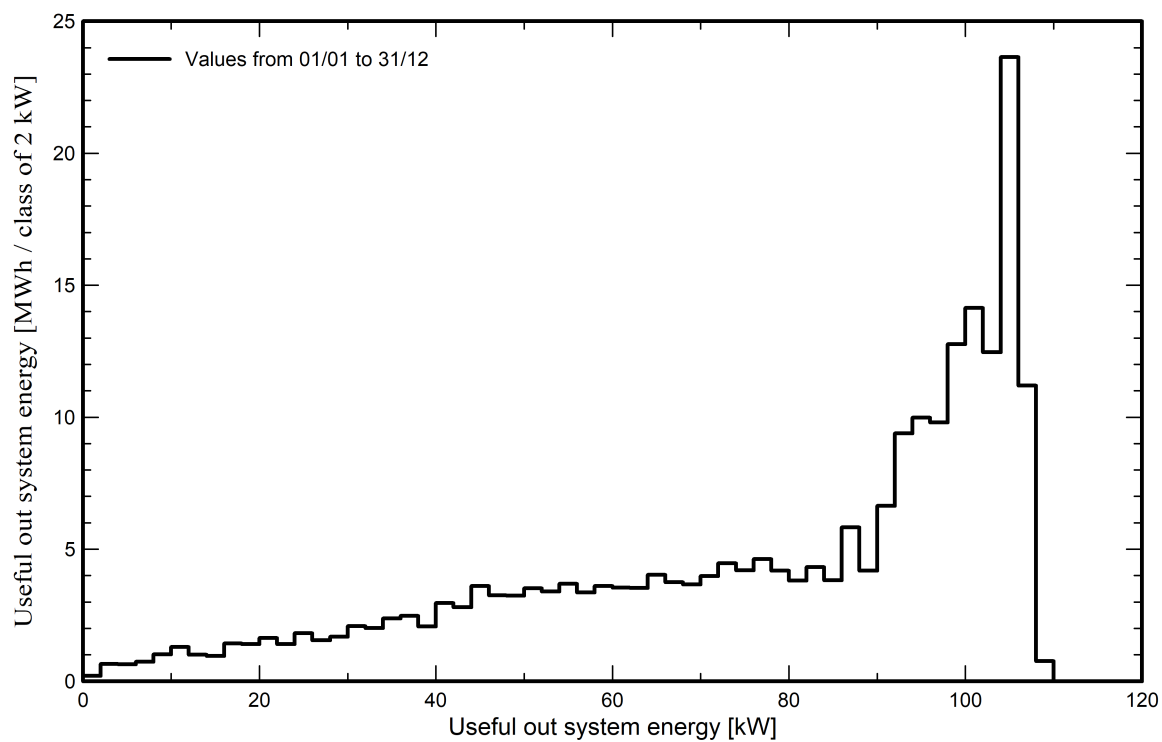


Predef. graphs

Daily Input/Output diagram

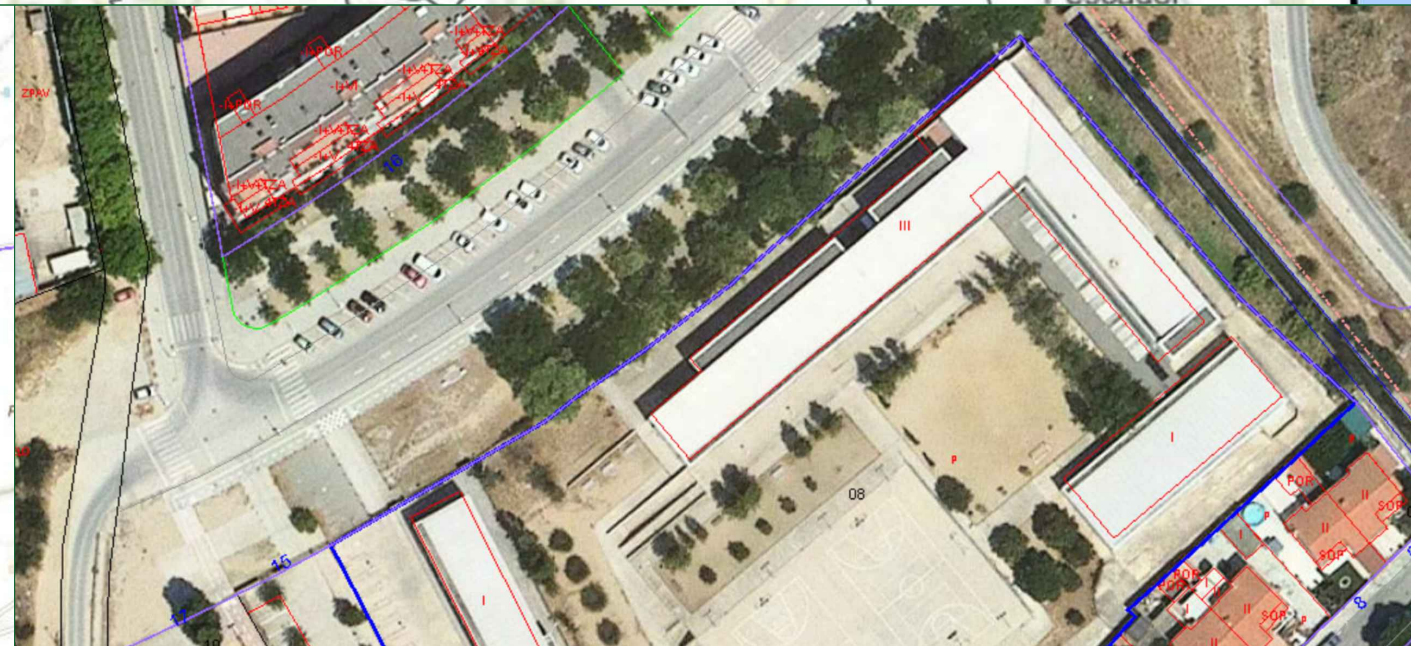
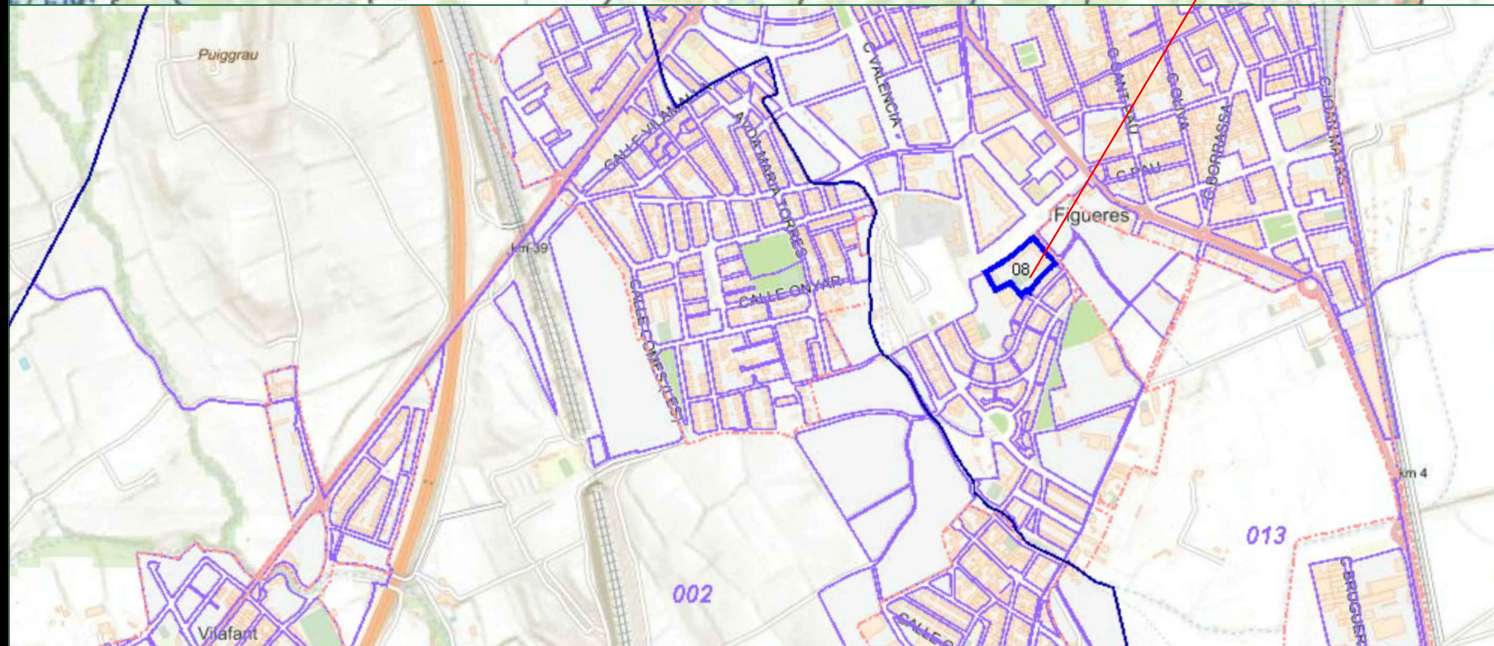
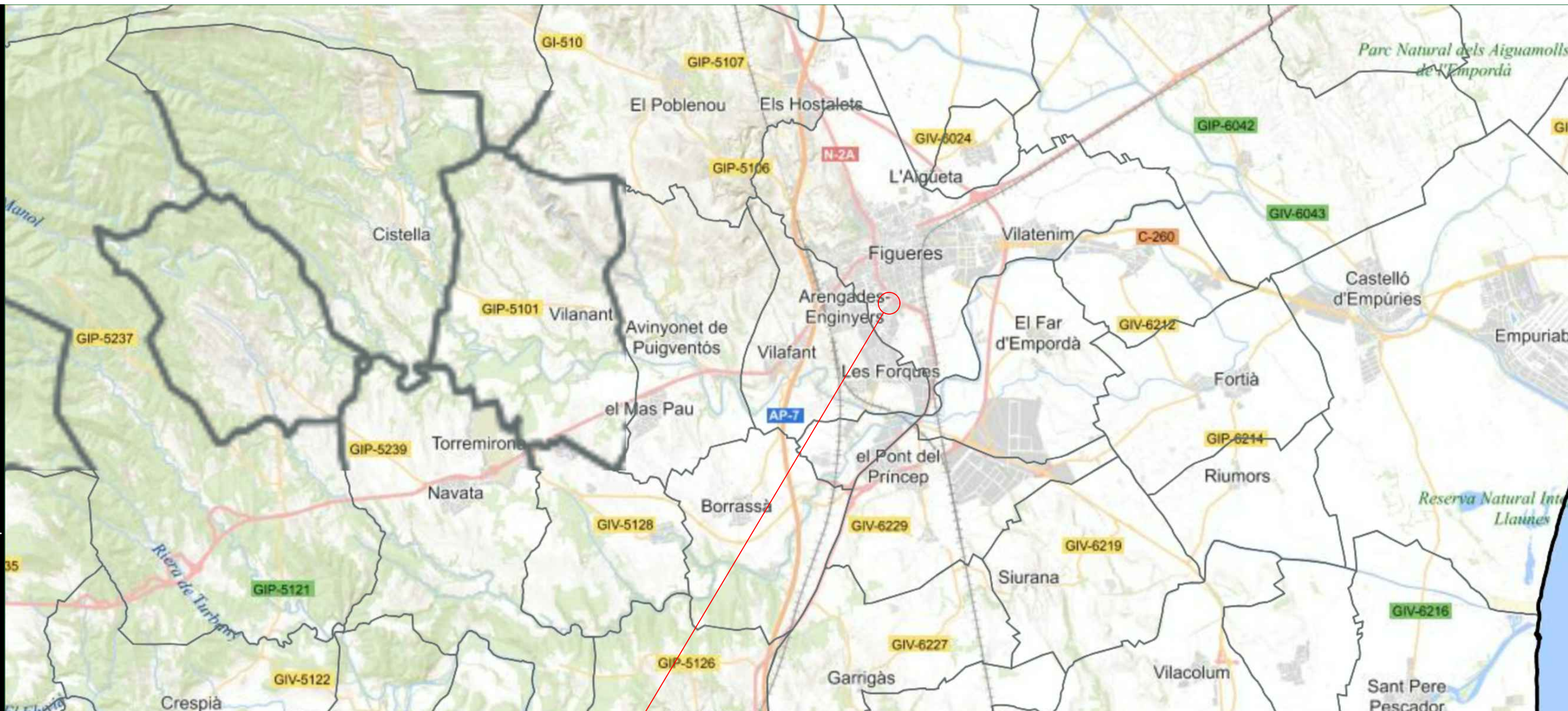


System Output Power Distribution



15 ANEXO G: PLANOS

ID	Descripción
01	<i>Plano de situación y emplazamiento</i>
02	<i>Plano de distribución general</i>
03	<i>Plano de sección de la estructura</i>
04	<i>Plano de distribución de la estructura</i>
05	<i>Plano de accesos</i>
06	<i>Plano de detalle acceso 2</i>
07	<i>Plano de conexionado de strings y recorrido de cableado</i>
08	<i>Plano propuesta TMF-10</i>
09	<i>Plano de detalle y ubicación inversor</i>
10	<i>Plano de detalle zanjas PC</i>
11	<i>Plano unifilar general</i>



SII SL	Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona). Telf. +34935066967 E-mail. info@sii-e.com	Responsable IngenieroTécnico Oleh Brylo Colegiado número: 28485	Data de disseny: 13/04/2026	PLÀNOL Emplazamiento	Mida d'impressió: A3	Escala: S/E (Cotes en m.)	Número de plànol: A-1
		Última revisió 20/04/2026	Tipus Proyecto ejecutivo				

Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sii-e.com

Responsable
Ingeniero Técnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

PLÀNOL
Distribución elementos principales
Tipus
Proyecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

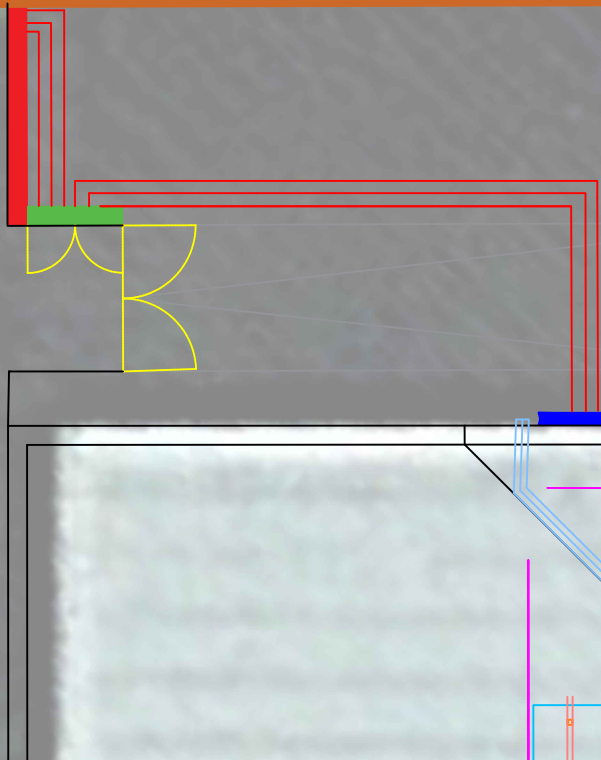
Número de plànol:
A-2

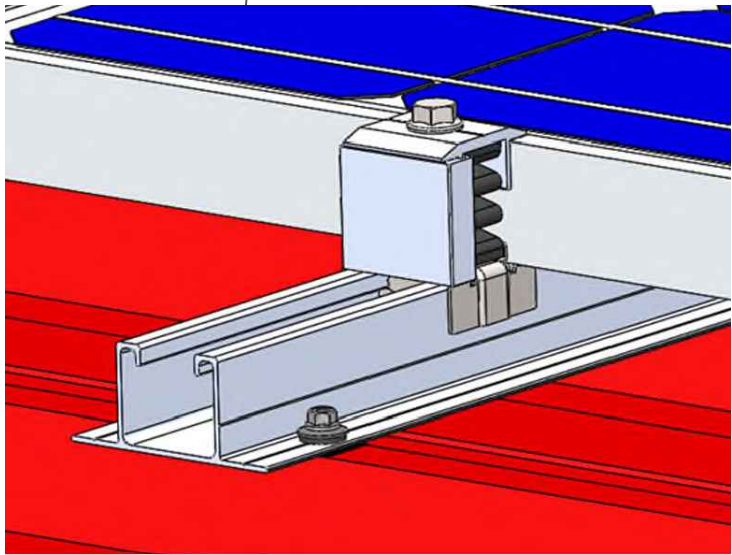
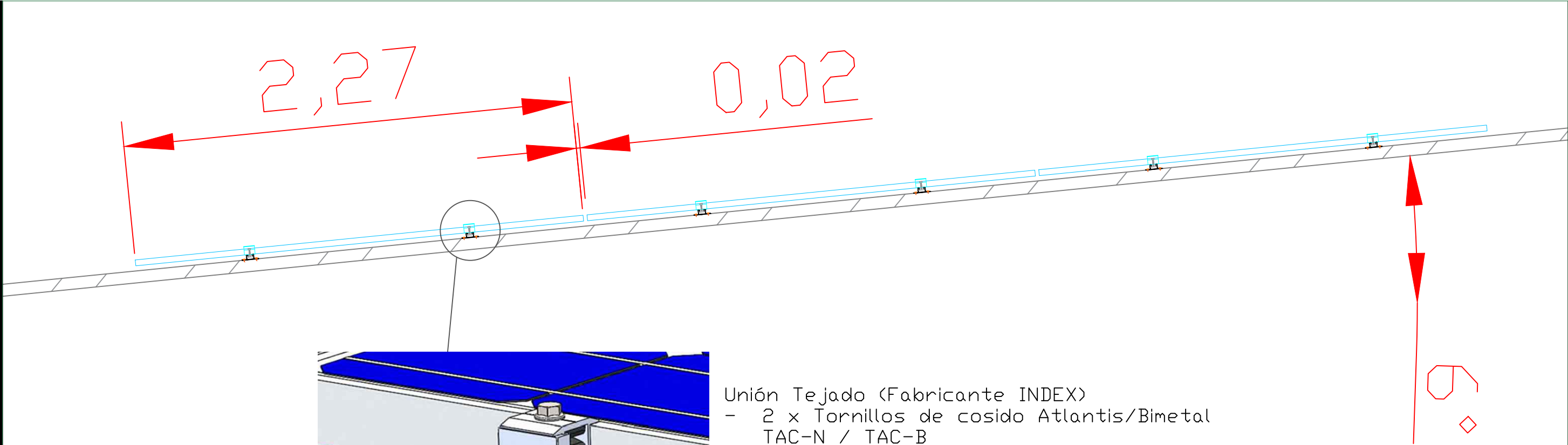
LEYENDA

Recinto Instituto

-  Placas fotovoltaicas 338 x 550 Wp LR5-72HPH-550M G2
-  Ubicación Inversor 100 kW SUN2000-100KTL-M2 + CP. INV.
-  CGP+CS+TMF-10
-  TMF - 10 GENERACION
-  Límites de parcel·la
-  Zanja CA
-  Perfiles 4.800 mm x 158
-  Perfiles 1.250 mm x 6
-  Perfiles 3.625 mm x 6
-  Perfiles 2.500 mm x 4
-  Perfiles 1.875 mm x 6

Detalle zona inversor y CGP+TFM





- Unión Tejado (Fabricante INDEX)
- 2 x Tornillos de cosido Atlantis/Bimetal TAC-N / TAC-B
 - Cinta de estanqueidad de Butileno CS-B

Grapa posición lateral		Grapa posición intermedia	
Opción 1: Grapa rápida	Opción 2: Grapa simple	Opción 1: Grapa rápida	Opción 2: Grapa simple

Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sii-e.com

Responsable
Ingeniero Técnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

PLÀNOL
Distribución estructura
Tipus
Proyecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

Número de plànol:
A-4

LEYENDA

Recinto Instituto

- Perfiles 4.800 mm x 158
- Perfiles 1.250 mm x 6
- Perfiles 3.625 mm x 6
- Perfiles 2.500 mm x 4
- Perfiles 1.875 mm x 6

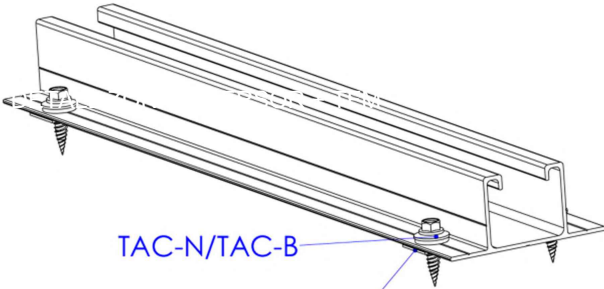
136 x Unión perfiles

930 x Fijación a la cubierta

Límits de parcel·la

Detalle fijacion a la cubierta

- Unión Tejado (Fabricante INDEXFIX)
- 2 x Tornillos de cosido Atlantis/Bimetal TAC-N / TAC-B
 - Cinta de estanqueidad de Butileno CS-B



TAC-N/TAC-B

CS-B

Fijación con tornillo de cosido Atlantis/Bimetal (TAC-N/TAC-B)

Detalle unión perfiles

- Unión Perfiles (Fabricante INDEXFIX)
- Unión para perfil solar de aluminio con alas de fijación directa PSAUN200
 - 2 x Tornillos auto taladrantes DIN-7504-K en inoxidable A2-70 ABEI5519

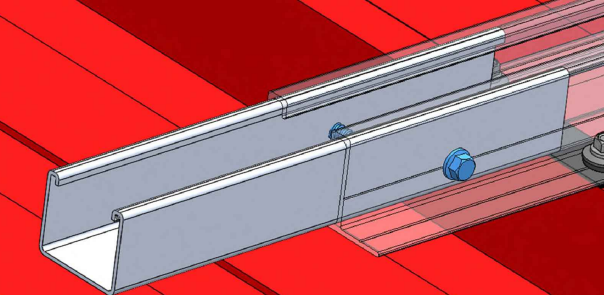
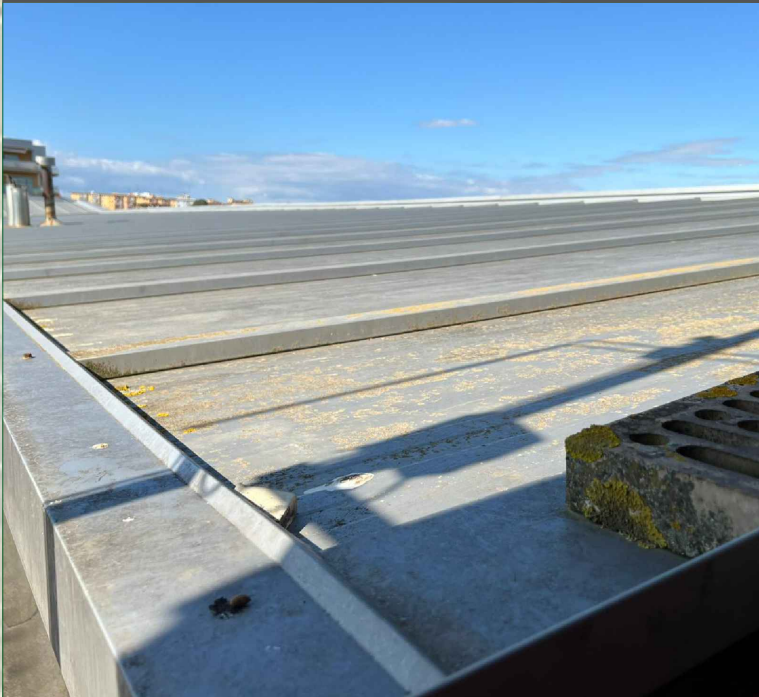


Imagen cubierta SE



Imagen cubierta SO





LEYENDA

Recinto Instituto

- Acceso a cubierta
- Placas fotovoltaicas 338 x 550 Wp LR5-72HPH-550M G2
- Lineas de vida
- Límites de parcel·la

Acceso 1



Acceso 2

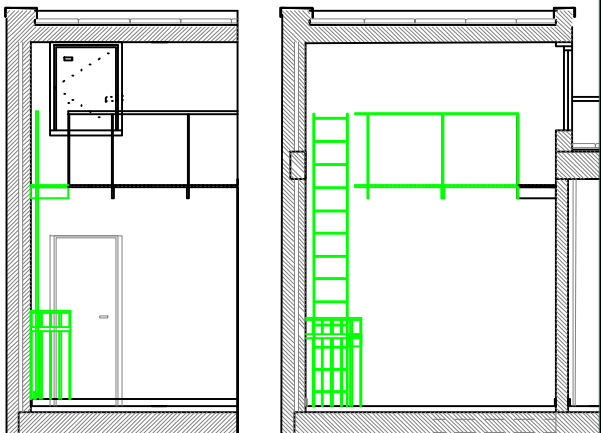


Imagen propuesta acceso 1



SIIE SL
Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sii-e.com

Responsable
IngenieroTécnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

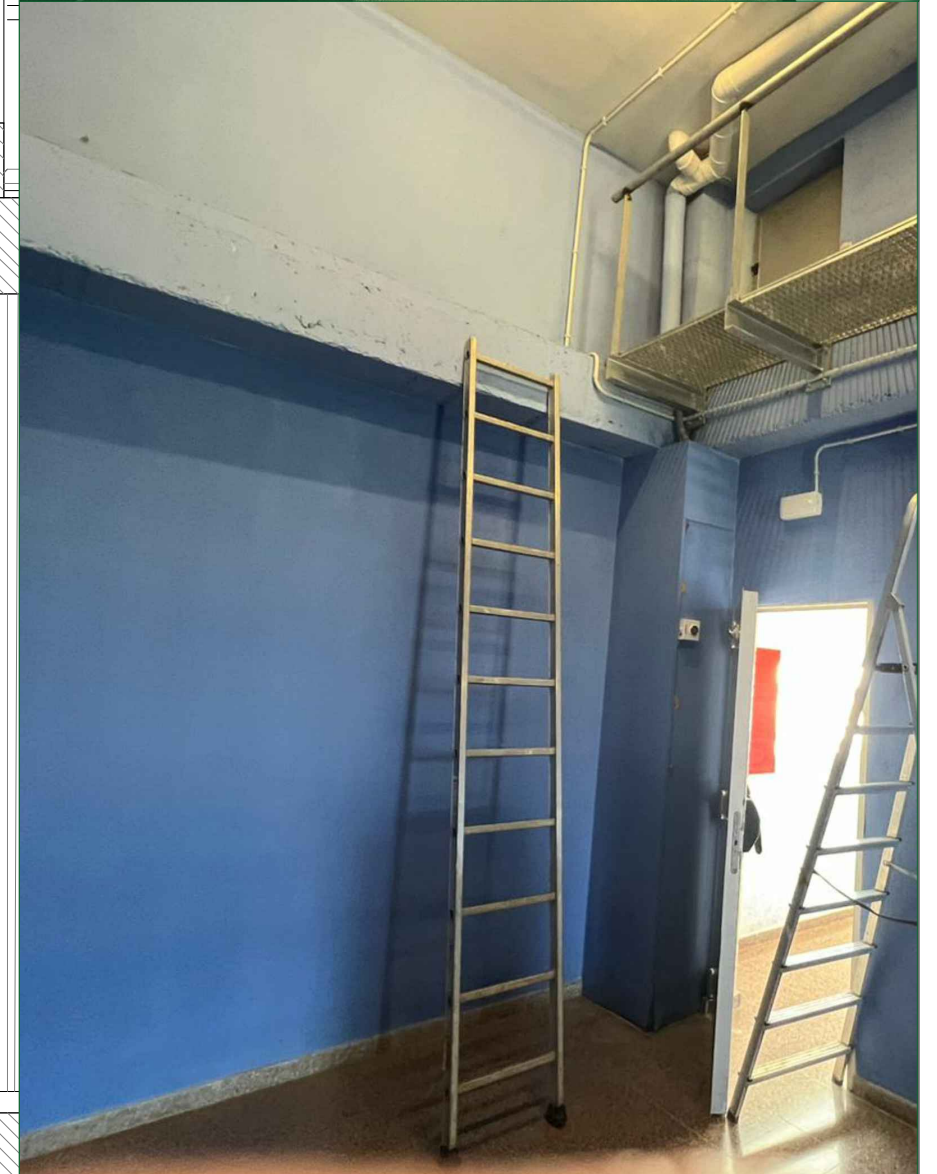
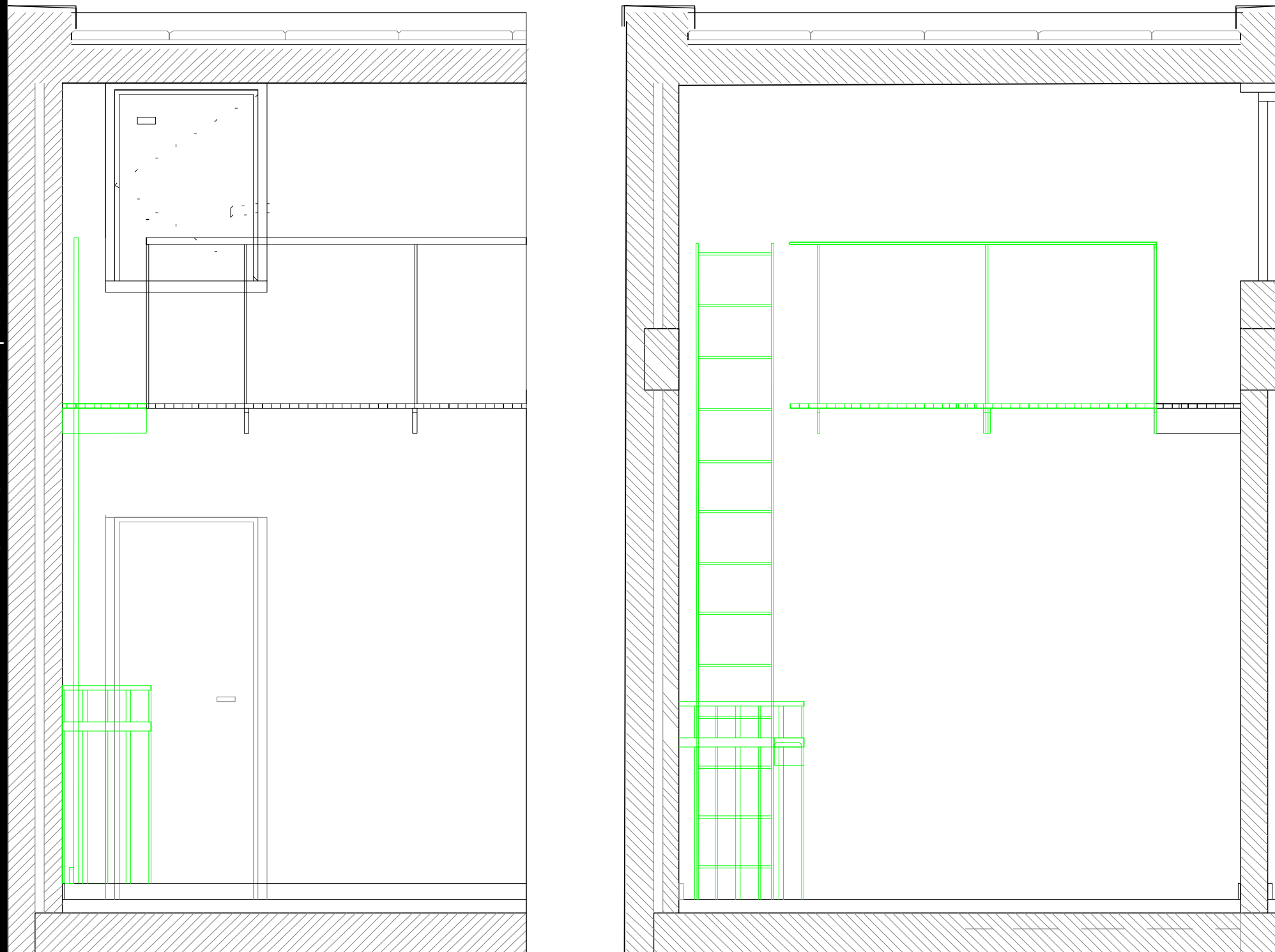
PLÀNOL Seguridad y accesos
Tipus Proyecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

Número de plànol:
A-5

El acceso a cubierta en el punto denominado “Acceso 2” se realizará mediante la instalación de una escalera vertical fija metálica, anclada a la pared.
En su parte superior se dispondrá una plataforma de desembarco con barandilla de protección perimetral.
En su parte inferior dispondrá de una valla de protección u otro elemento equivalente que impida el acceso de personal no autorizado.
Las actuaciones proyectadas, representadas en color verde en el plano, corresponden a los nuevos elementos pruepuestos a ejecutar.



Reporte fotografico acceso 2

SII E SL	Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona). Telf. +34935066967 E-mail. info@sii-e.com	Responsable IngenieroTécnico Oleh Brylo Colegiado número: 28485	Data de disseny: 13/04/2026 Última revisió 20/04/2026	PLÀNOL Detalle acceso 2 Tipus Proyecto ejecutivo	Mida d'impressió:	Escala:	Número de plànol:
					A3	S/E (Cotes en m.)	A-6

Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sii-e.com

Responsable
Ingeniero Técnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

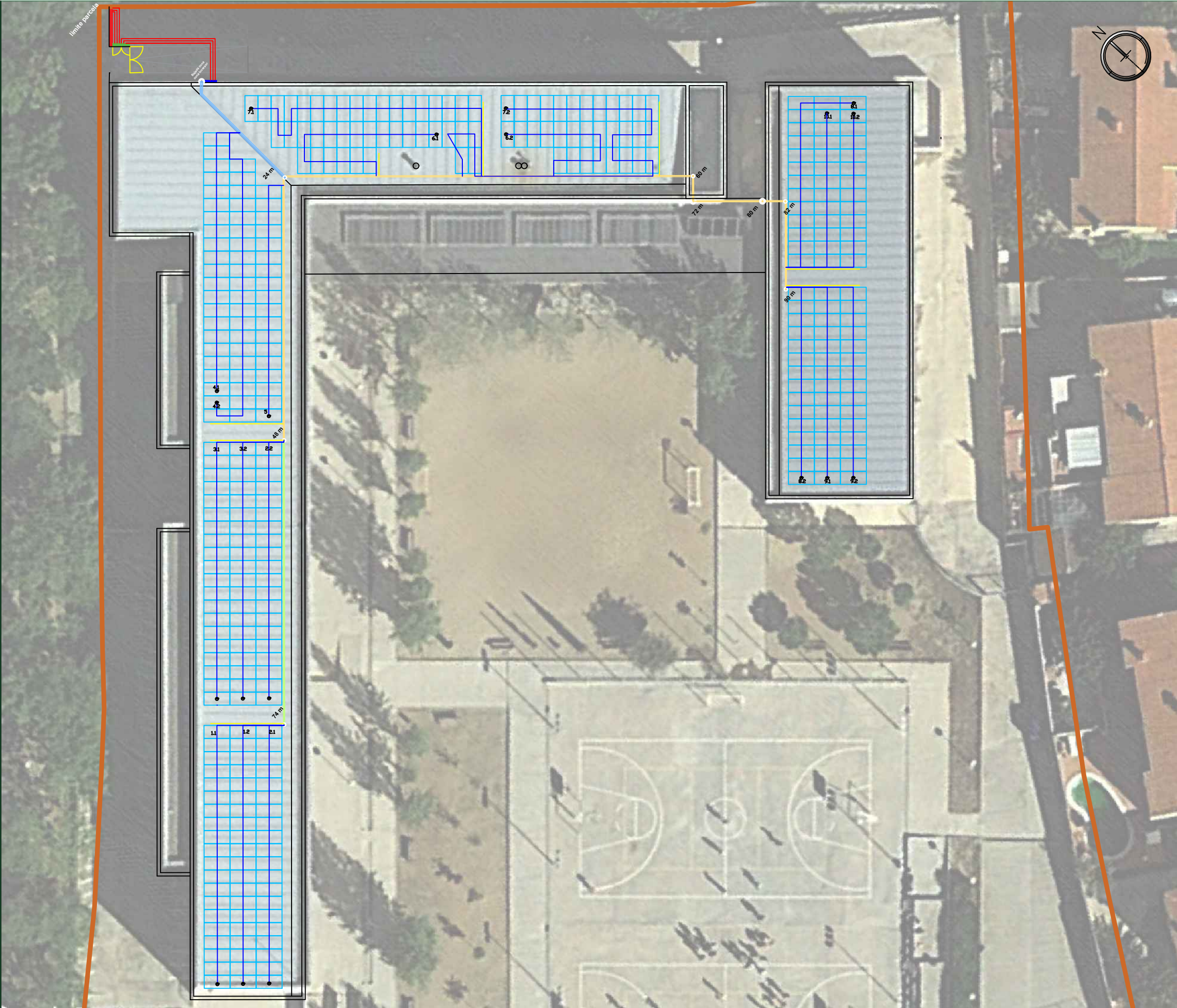
Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

PLÀNOL
Conexión string
Tipus
Proyecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

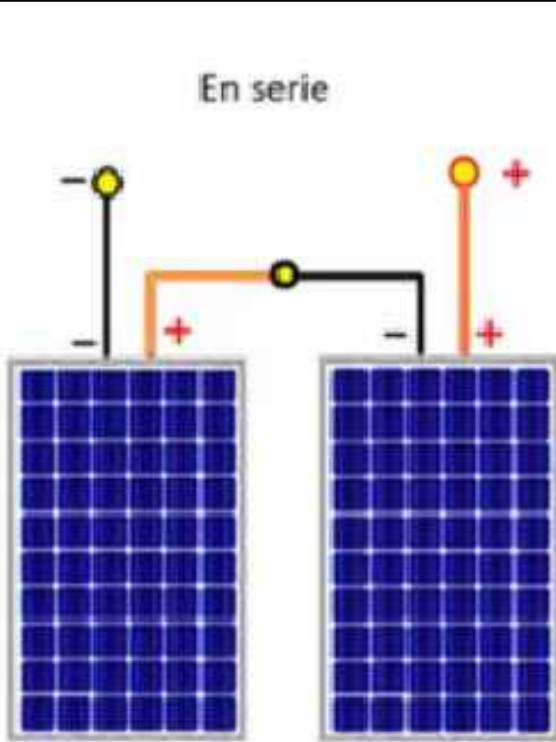
Número de plànol:
A-7

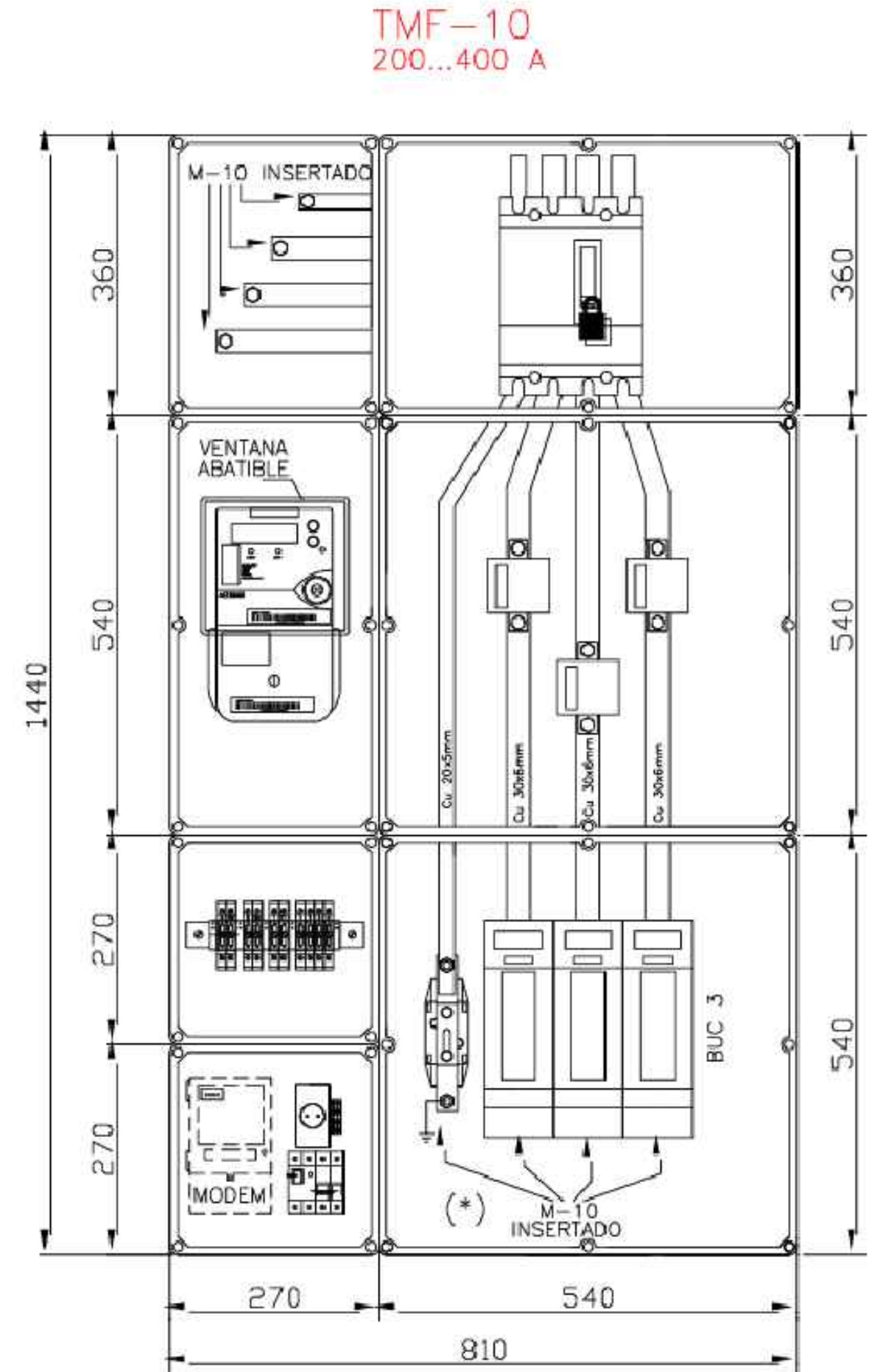
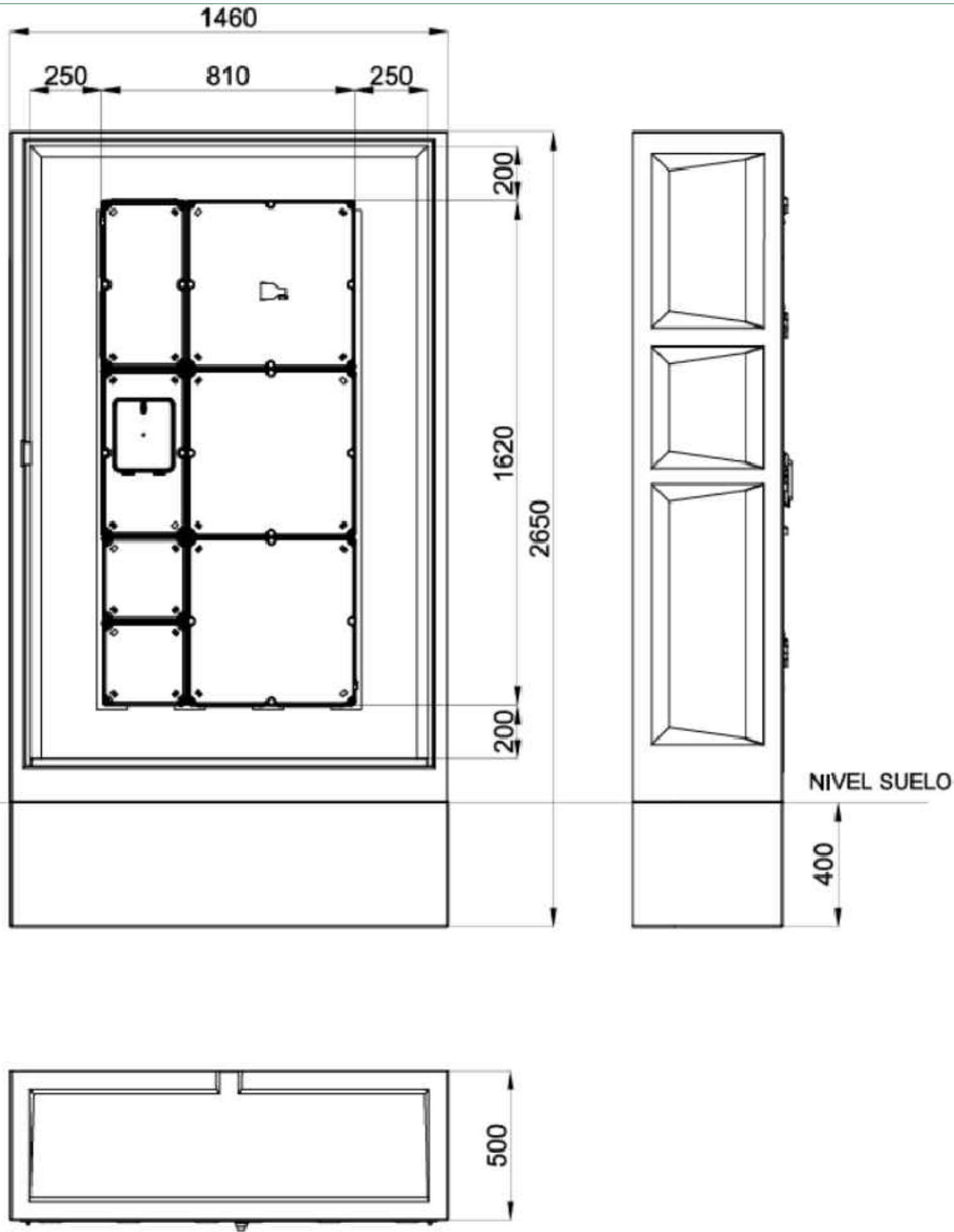


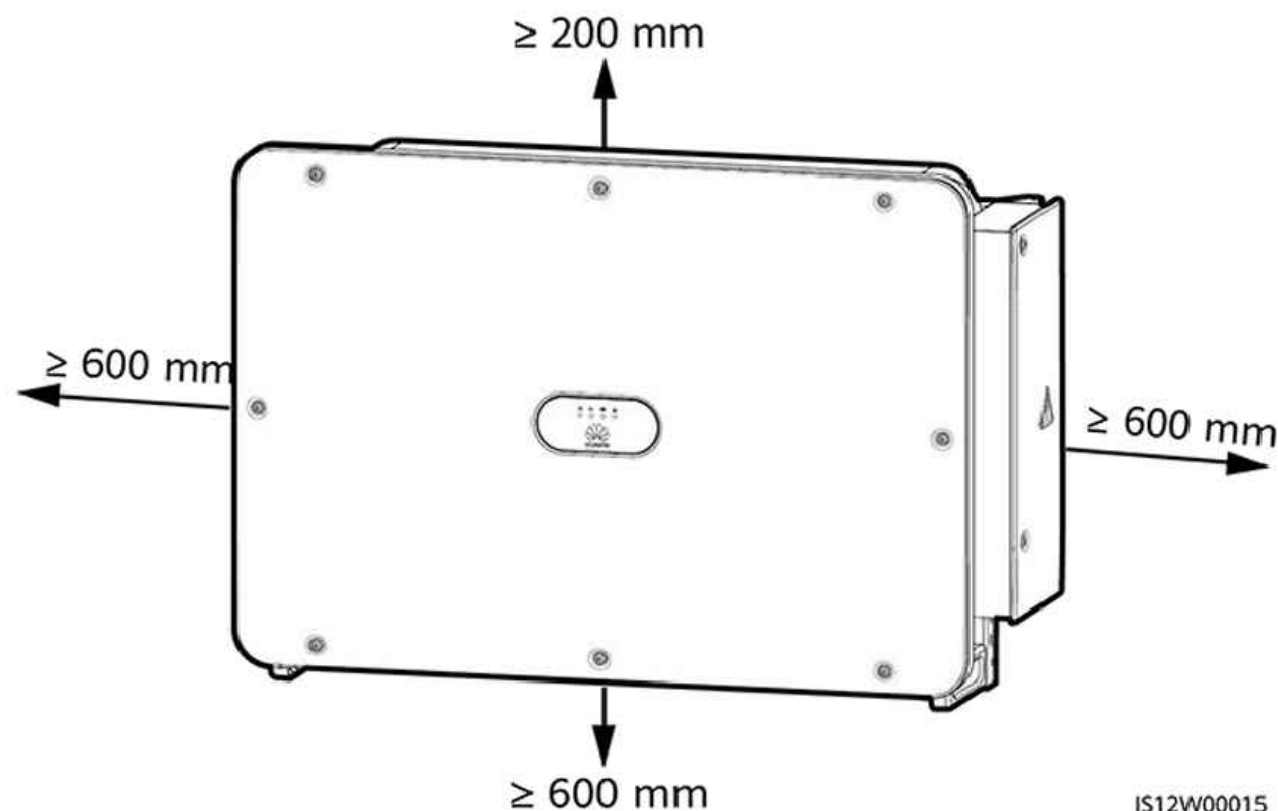
LEYENDA

- Recinto Instituto
- Placas fotovoltaicas 338 x 550 Wp LR5-72HPH-550M G2
 - Ubicación Inversor 100 kW SUN2000-100KTL-M2 + CP. INV.
 - CGP+CS+TMF-10
 - TMF - 10 GENERACION
 - Límites de parcel·la
 - Conexión strings
 - Tierras
 - Zanja CA
 - Rejiband 100x35mm
 - Rejiband 100x60mm
 - Rejiband 200x60mm

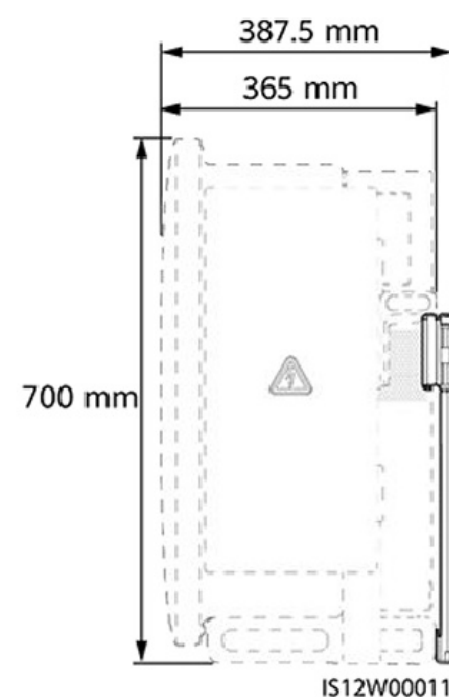
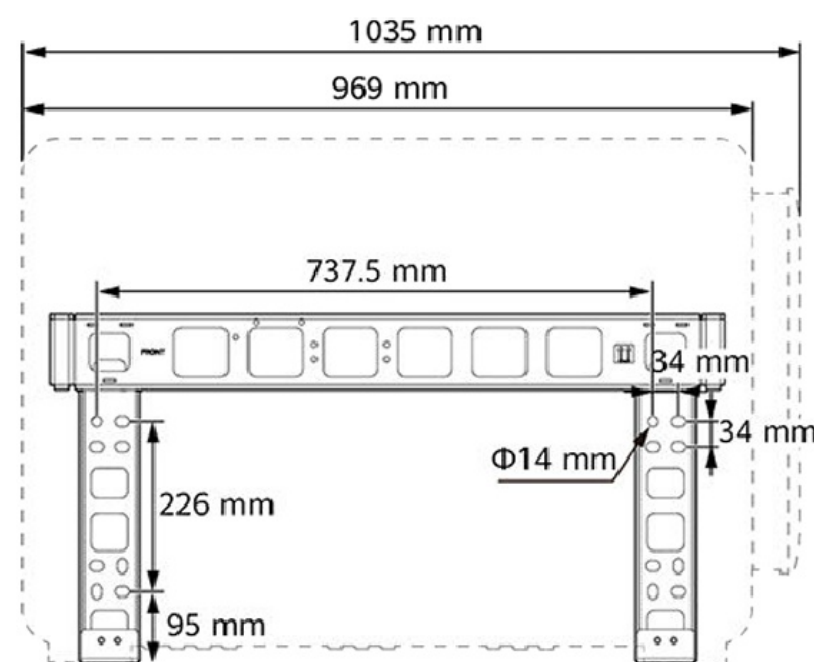
Conexión string - serie







IS12W00015



IS12W00011

Canal CC: Bandeja Perforada
con tapa 300x60 mm - 12m

Canal salida Inversor y CP.INV
Bandeja Perforada con tapa 200x60
mm - 2 m

Usar perfil "L" para poder poner el inversor y
cuadro sobresaliendo de la pared para así poder
garantizar la apertura de todos los
cajetines laterales izquierdos (50cm de apertura).

Imagen zona inesor + PC



4x(1x95 mm²) + TT 1x50 mm²
RZ1-K (AS) Cu

Imagen zona inesor + PC

LEYENDA

Recinto Instituto

- Ubicación Inesor 100 kW SUN2000-100KTL-M2 + CP. INV.
- CGP+CS+TMF-10
- TMF - 10 GENERACION
- Zanjas CA
- Limite parcela

Detalle zanjas

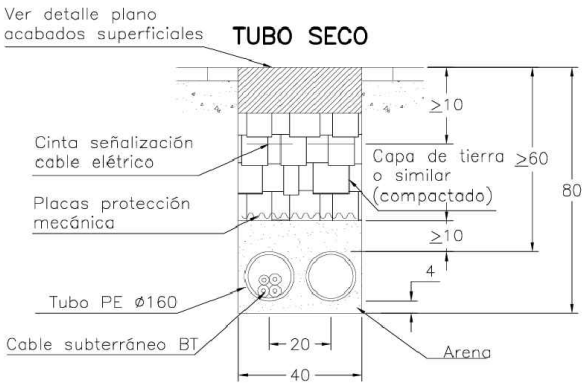
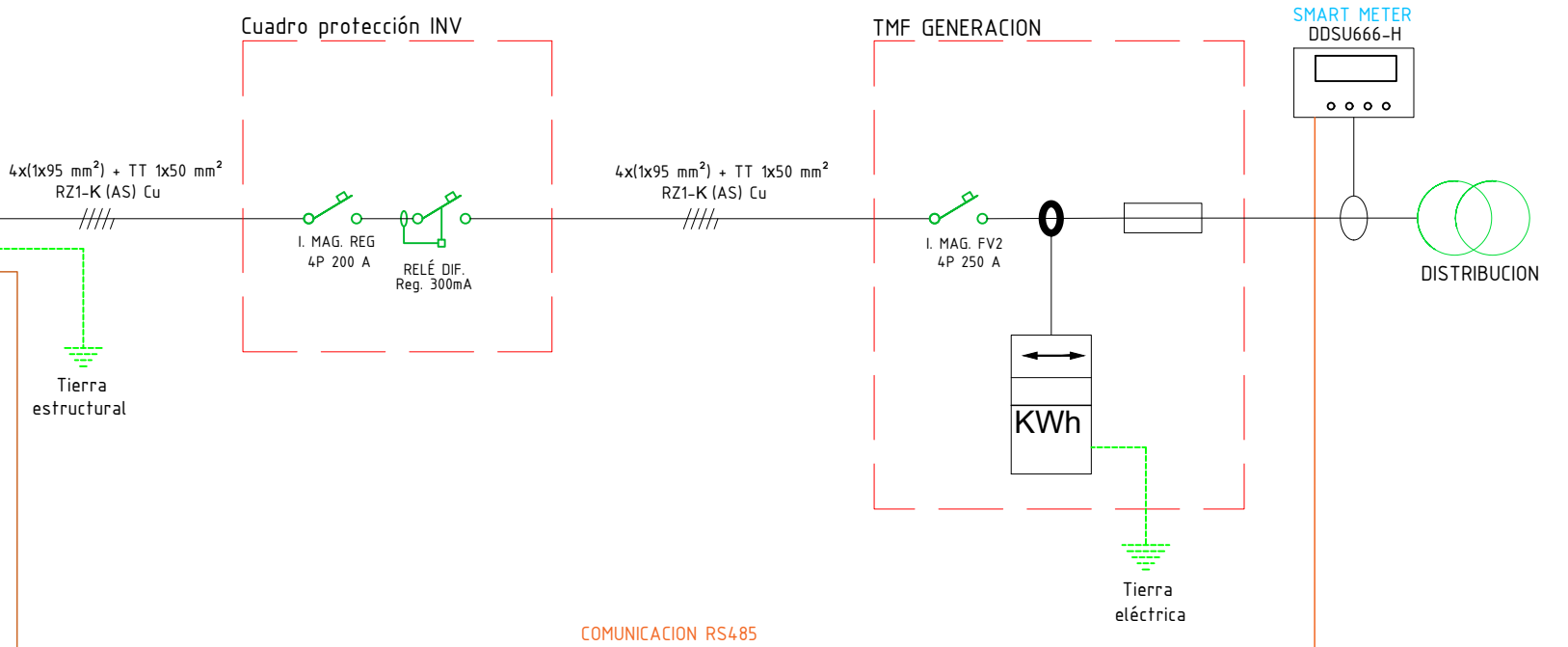


Diagrama de cableado de un sistema de protección contra rayos para un edificio de tres plantas. El diagrama muestra tres zonas de protección: 40 m SUR, -50 m OESTE y -140 m SUR. Cada zona contiene una serie de cables (STRING) numerados que se conectan a una barra de tierra común en la planta baja. Los cables están etiquetados como HIZZZZ-K Cu (CC) y H071-K Cu. Las conexiones se realizan mediante terminales de tipo 'V' y se indican las secciones de los cables en mm².

Zona	String	Número de Cable	Sección de Cable	
40 m SUR	STRING 1.1-4.2	1, 2, ..., 20	6 mm² HIZZZZ-K Cu (CC)	
	STRING 5	1, 2, ..., 20	6 mm² HIZZZZ-K Cu (CC)	
	-50 m OESTE	STRING 6.1-6.2	1, 2, ..., 17	16 mm² H071-K Cu
		STRING 7.1-7.2	1, 2, ..., 20	16 mm² H071-K Cu
-140 m SUR	STRING 8.1-9.2	1, 2, ..., 15	10 mm² HIZZZZ-K Cu (CC)	
	STRING 10.1-10.2	1, 2, ..., 12	10 mm² HIZZZZ-K Cu (CC)	



SII E SL	Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona). Telf. +34935066967 E-mail. info@sii-e.com	Responsable IngenieroTécnico Oleh Brylo Colegiado número: 28485	Data de disseny: 13/04/2026	PLÀNOL Esquema unifilar	Mida d'impressió: A3	Escala: S/E (Cotes en m.)	Número de plànol: A-11
			Última revisió 20/04/2026	Tipus Proyecto ejecutivo			

16 ANEXO H: FICHAS TÉCNICAS

ID	Descripción
01	<i>Hoja de datos módulos fotovoltaicos</i>
02	<i>Certificado de los módulos fotovoltaicos</i>
03	<i>Hoja de datos estructura de soporte de los módulos</i>
04	<i>Hoja de datos inversor</i>
05	<i>Certificado del inversor</i>
06	<i>Hoja de datos del medidor de energía</i>
07	<i>Hoja de datos de cableado</i>

17 ANEXO J: CERTIFICADO DE SOLIDEZ

15 ANEXO G: PLANOS

ID	Descripción
01	<i>Plano de situación y emplazamiento</i>
02	<i>Plano de distribución general</i>
03	<i>Plano de sección de la estructura</i>
04	<i>Plano de distribución de la estructura</i>
05	<i>Plano de accesos</i>
06	<i>Plano de detalle acceso 2</i>
07	<i>Plano de conexionado de strings y recorrido de cableado</i>
08	<i>Plano propuesta TMF-10</i>
09	<i>Plano de detalle y ubicación inversor</i>
10	<i>Plano de detalle zanjas PC</i>
11	<i>Plano unifilar general</i>

16 ANEXO H: FICHAS TÉCNICAS

ID	Descripción
01	<i>Hoja de datos módulos fotovoltaicos</i>
02	<i>Certificado de los módulos fotovoltaicos</i>
03	<i>Hoja de datos estructura de soporte de los módulos</i>
04	<i>Hoja de datos inversor</i>
05	<i>Certificado del inversor</i>
06	<i>Hoja de datos del medidor de energía</i>
07	<i>Hoja de datos de cableado</i>

Hi-MO 5_m

(G2)

LR5-72HPH 540~560M

- Fabricado con oblea M10-182mm, la mejor opción para sus proyectos a gran escala
- Módulos de tecnología avanzada que proporcionan una mayor eficiencia
 - Oblea M10 dopada con galio
 - Cintas segmentadas integradas
 - Media celda de 9BB
- Excelente rendimiento de generación de energía en exteriores
- Alta calidad del módulo, que garantiza su confiabilidad a largo plazo



12 años de garantía para materiales y fabricación



25 años de garantía de potencia extra lineal



Top Brand PV Modules
LATAM 2022

Certificaciones del producto y de sistemas de gestión

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: Sistema de gestión de calidad ISO

ISO14001: 2015: Sistema de gestión ambiental ISO

ISO45001:2018: Salud y seguridad ocupacional

IEC62941: Guía para la calificación del diseño del módulo y la aprobación de tipo

LONGI



21.7%

MÁXIMA EFICIENCIA
DEL MÓDULO

0~3%

TOLERANCIA
DE POTENCIA

<2%

DEGRADACIÓN DE LA
POTENCIA EN EL PRIMER AÑO

0.55%

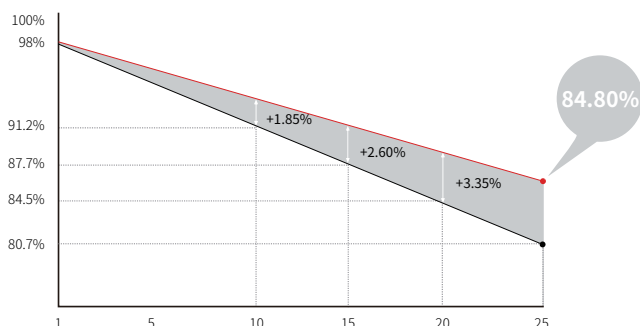
DEGRADACIÓN ANUAL DE LA
POTENCIA DEL AÑO 2 AL 25

HALF-CELL

Temperatura de operación más baja

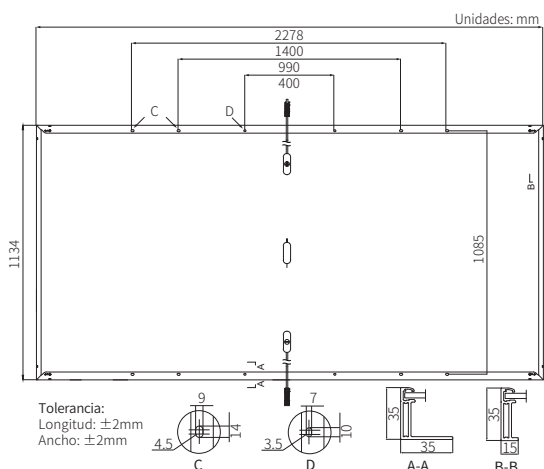
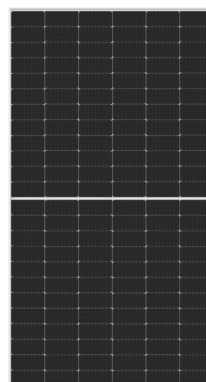
Valor adicional

Garantía de potencia de 25 años



Datos mecánicos

Orientación de las celdas	144 (6×24)
Caja de conexiones	IP68, tres diodos
Cableado	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm la longitud se puede personalizar
Conector	LONGi LR5 o MC4 EVO2
Vidrio	Vidrio templado recubierto de 3.2mm
Marco	Marco de aleación de aluminio anodizado
Peso	27.5kg
Dimensión	2278×1134×35mm
Embalaje	31 pzas. por palet / 155 pzas. por 20' GP / 620 pzas. por 40' HC



Datos eléctricos

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C

NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s

Incertidumbre de pruebas Pmax: ±3%

Código de producto	LR5-72HPH-540M		LR5-72HPH-545M		LR5-72HPH-550M		LR5-72HPH-555M		LR5-72HPH-560M	
Condiciones de ensayo	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia máxima (Pmax/W)	540	403.6	545	407.4	550	411.1	555	414.8	560	418.6
Voltaje en circuito abierto (Voc/V)	49.50	46.54	49.65	46.68	49.80	46.82	49.95	46.97	50.10	47.11
Corriente de cortocircuito (Isc/A)	13.85	11.20	13.92	11.25	13.98	11.31	14.04	11.35	14.10	11.40
Voltaje a potencia máxima (Vmp/V)	41.65	38.69	41.80	38.83	41.95	38.97	42.10	39.11	42.25	39.25
Corriente a potencia máxima (Imp/A)	12.97	10.43	13.04	10.49	13.12	10.56	13.19	10.61	13.26	10.67
Eficiencia del módulo (%)	20.9		21.1		21.3		21.5		21.7	

Parámetros operativos

Temperatura de funcionamiento	-40°C ~ +85°C
Tolerancia de potencia nominal (W)	0 ~ 3%
Tolerancia de Voc e Isc	±3%
Voltaje máximo del sistema	DC1500V (IEC/UL)
Capacidad máxima del fusible	25A
Temperatura de operación nominal de la celda (NOCT)	45±2°C
Nivel de protección	Clase II
Clasificación de resistencia al fuego	UL tipo 1 o 2 IEC Clase C

Carga mecánica

Máxima carga estática en superficie frontal	5400Pa
Máxima carga estática en superficie posterior	2400Pa
Test de granizo	Granizo de 25mm a la velocidad de 23m/s

Coeficientes de temperatura (STC)

Coeficiente de temperatura en Isc	+0.050%/°C
Coeficiente de temperatura en Voc	-0.265%/°C
Coeficiente de temperatura en Pmax	-0.340%/°C



Product Service

CERTIFICATE

No. Z2 099333 0045 Rev. 21

Holder of Certificate: **LONGi Green Energy Technology Co., Ltd.**
No. 388, Middle Hangtian Road
Chang'an District
710100 Xi'an City, Shaanxi
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Certification Mark:



Product: **Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules**
Mono-Crystalline Silicon Photovoltaic Module

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition, the certification holder must not transfer the certificate to third parties. This certificate is valid until the listed date, unless it is cancelled earlier. All applicable requirements of the testing and certification regulations of TÜV SÜD Group have to be complied. For details see: www.tuvsud.com/ps-cert

Test report no.: 704061700516-21

Valid until: 2027-06-30

Date, 2022-07-01

(Zhulin Zhang)

CERTIFICATE

No. Z2 099333 0045 Rev. 21

Model(s):

LR6-72HV-xxxM, (xxx=335-360 in step of 5)
 LR6-60HV-xxxM, (xxx=280-300 in step of 5)
 LR6-72PH-xxxM, (xxx=340-380 in step of 5)
 LR6-60PH-xxxM, (xxx=285-315 in step of 5)
 LR6-72HPH-xxxM, (xxx=365-395 in step of 5)
 LR6-72HIH-xxxM, (xxx=365-395 in step of 5)
 LR6-60HPH-xxxM, (xxx=300-325 in step of 5)
 LR6-60HIH-xxxM, (xxx=300-325 in step of 5)
 LR6-72OPH-xxxM, (xxx=385-415 in step of 5)
 LR6-60OPH-xxxM, (xxx=335-365 in step of 5)
 LR6-72HPH-xxxMC, (xxx=375-390 in step of 5)
 LR6-60HPH-xxxMC, (xxx=305-325 in step of 5)
 LR4-72HPH-xxxM, (xxx=420-465 in step of 5)
 LR4-72HIH-xxxM, (xxx=420-465 in step of 5)
 LR4-60HPH-xxxM, (xxx=350-380 in step of 5)
 LR4-60HIH-xxxM, (xxx=350-380 in step of 5)
 LR4-72ZPH-xxxM, (xxx=420-435 in step of 5)
 LR4-60ZPH-xxxM, (xxx=350-365 in step of 5)
 LR6-60ZPH-xxxM, (xxx=330-355 in step of 5)
 LR4-78ZPH-xxxM, (xxx=455-485 in step of 5)
 LR5-72HPH-xxxM, (xxx=525-555 in step of 5)
 LR5-66HPH-xxxM, (xxx=480-505 in step of 5)
 LR4-66HPH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR4-66HIH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR5-72HIH-xxxM, (xxx=525-555 in step of 5)
 LR5-66HIH-xxxM, (xxx=480-505 in step of 5)
 LR5-78HPH-xxxM, (xxx=575-595 in step of 5)
 LR5-78ZPH-xxxM, (xxx=565-585, in step of 5)
 LR4-50HPH-xxxM, (xxx=305-320, in step of 5)
 LR4-66HTB-xxxM, (xxx=410-430 in step of 5)
 LR4-60HTB-xxxM, (xxx=370-390 in step of 5)
 LR5-54HPH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR4-66HTH-xxxM, (xxx=420-440 in step of 5)
 LR4-60HTH-xxxM, (xxx=380-400 in step of 5)
 LR5-54HIH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR5-72HTH-xxxM, (xxx=555-600 in step of 5)
 LR5-54HTH-xxxM, (xxx=420-450 in step of 5)
 LR5-54HTB-xxxM, (xxx=410-440 in step of 5)
 xxx stands for rated output power at STC

Parameters:

Fire Safety Class:	Class C according to UL790.
Safety Class:	Class II
Max. System Voltage:	1500V DC
Test Laboratory:	Yangzhou Opto-Electrical Products Testing Institute. No.10 West Kaifa Road, Yangzhou 225009 Jiangsu, P.R. China.
Construction:	Framed, with Junction box, cable and

connector.

Tested according to:

IEC 61215-1:2016
 IEC 61215-1-1:2016
 IEC 61215-2:2016
 IEC 61730-1:2016
 IEC 61730-2:2016
 EN 61215-1:2016
 EN 61215-1-1:2016
 EN 61215-2:2017
 EN IEC 61730-1:2018
 EN IEC 61730-1:2018/AC:2018-06
 EN IEC 61730-2:2018
 EN IEC 61730-2:2018/AC:2018-06

PSA-A



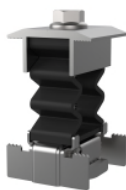
DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

- Perfil de aluminio con alas.

CARACTERÍSTICAS

- Perfil para instalación de placas solares sobre cubiertas inclinadas.
- Perfil extrusionado en aleación de aluminio 6063 T6.
- Para uso en exteriores.
- Diseñado para sistemas de montaje coplanar.
- Opciones de montaje del perfil en continuo o discontinuo.
- Fijación directa sobre grecas en cubiertas de chapa y panel sándwich.
- Alas laterales con ranura guía para facilitar taladrado.
- Amplia base de 80mm para obtener una fijación resistente.
- Altura de perfil de 35mm con una importante resistencia a flexión.
- Espesor general de 1,8mm.
- Ranuras laterales para posicionar los tornillos de unión longitudinal.
- Canal central compatible con accesorios INDEXTRUT.

APLICACIONES / COMPLEMENTOS MONTAJE

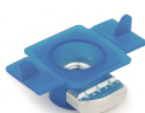


KFRSC3050 / KFRSCN3050

Se emplea en **sistemas coplanares de aluminio de fijación directa**, como elemento estructural sobre el que apoyar y fijar las placas solares, tanto en formato de perfil continuo como en formato de perfil discontinuo.

Para la fijación de las placas sobre el propio perfil se deben emplear como complementos de montaje una de las siguientes opciones:

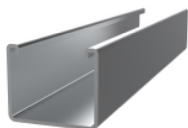
1. El kit **KFRSC3050 / KFRSCN3050**, "grapa fijación rápida".
2. El conjunto de referencias:
 - 1 unidad de **PGSA26 / PGSN26**, "perfil grapa".
 - 1 unidad de **TURXA208**, "tuerca rápida INDEXTRUT".
 - 1 unidad de **6921I08070**, tornillo DIN-6921 M8x70 rosca completa.

PGSA26 /
PGSN26

TURXA208



6921I08070



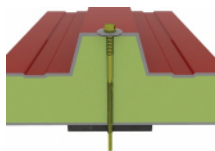
PSAUN200



ABEI5519

Cuando se monta en formato de perfil continuo, para realizar los empalmes longitudinales entre perfiles se emplea el complemento de montaje **PSAUN200** "unión para perfil solar de aluminio con alas de fijación directa", la fijación se realiza mediante **ABEI5519** "tornillos auto taladrantes DIN-7504-K" en inoxidable A2-70. Los tornillos se posicionan gracias a las ranuras que poseen los perfiles en sus caras laterales.

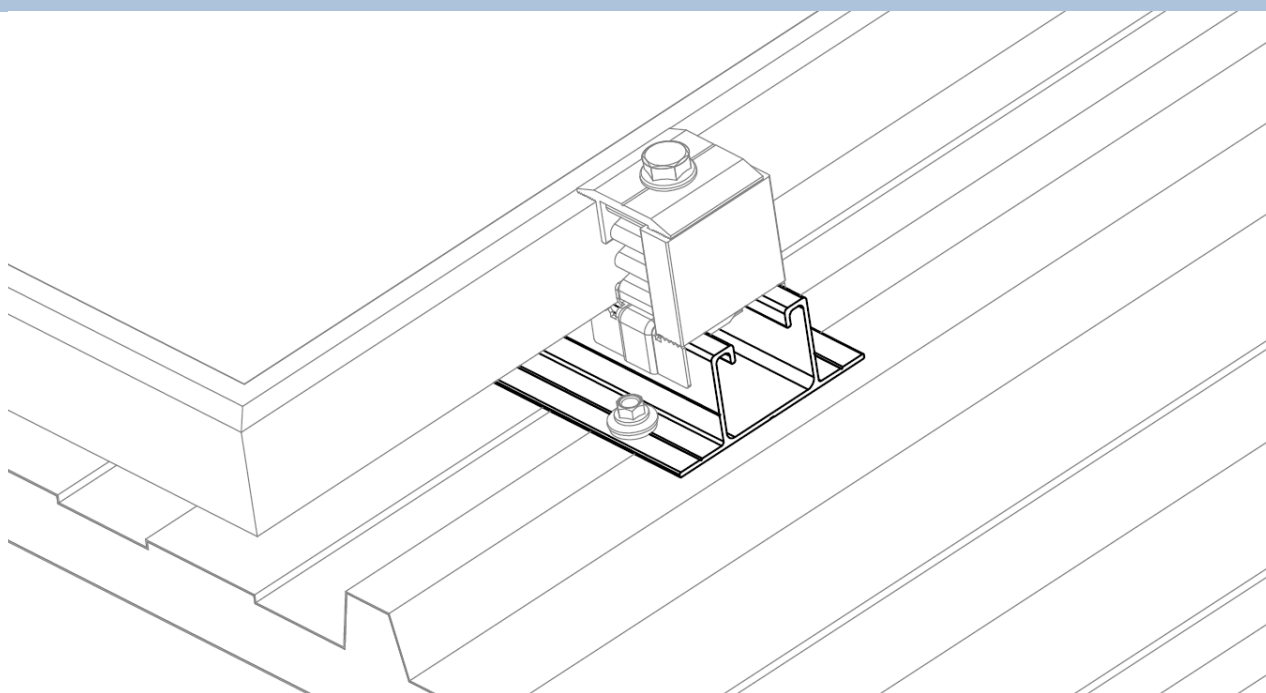
MATERIALES BASE / COMPLEMENTOS DE FIJACIÓN

MATERIAL BASE			COMPLEMENTOS FIJACIÓN		
				RE-TE Remache trébol estanco	
				TAC-N / TAC-B Tornillo de cosido Atlantis/Bimetal	
				DIN-7504-K RE NI + ARVUL Tornillo autotaladrante Atlantis C4-M	

Panel sandwich

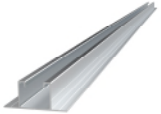
Chapa

EJEMPLOS DE APLICACIÓN



Ejemplo de aplicación 1: Fijación directa sobre cubierta con tornillos de cosido.

1.GAMA

ITEM	CÓDIGO	FOTO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	MATERIAL
1	PSAA0400		Perfil de aluminio con alas	400 mm	 Al Aluminio 6063-T6
	PSAA1250			1250 mm	
	PSAA1875			1875 mm	
	PSAA2500			2500 mm	
	PSAA3625			3625 mm	
	PSAA4400			4400 mm	
	PSAA4800			4800 mm	

2.DATOS DE INSTALACIÓN

2.1 PSA-A

Perfil de aluminio con alas.



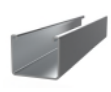
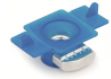
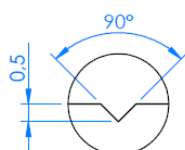
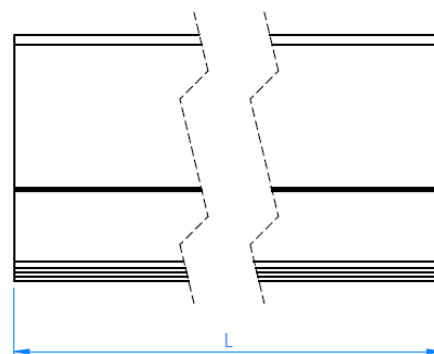
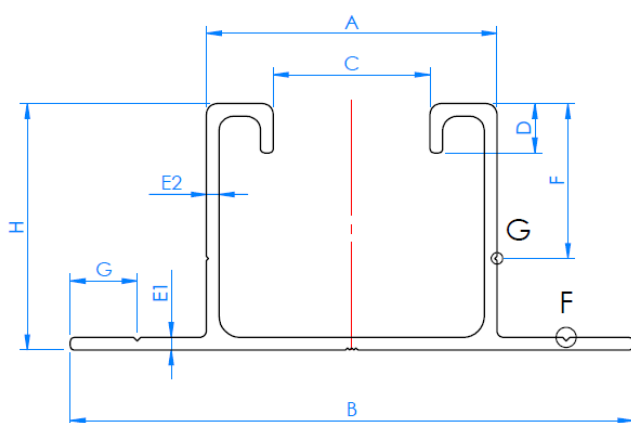
Material	Complementos de montaje		
 Aluminio 6063-T6	 KFRSC3050 / KFRSCN3050 Grapa fijación rápida	 PSAUN200 Unión perfil de aluminio con alas	 ABE15519 Tornillo DIN-7504-K A2
	 PGSA26 / PGSN26 Perfil grapa	 TURXA208 Tuerca rápida INDEXTRUT	 6921108070 Tornillo DIN-6921 A2-70
Materiales base		Complementos de fijación	
 Chapa	 Panel sandwich	 TAC-N / TAC-B Tornillo cosido Atlantis/Bimetal	 CS-B Cinta estanqueidad de butileno
		 DIN-7504-K RE NI + ARVUL Tornillo autotaladrante Atlantis C4-M	
		 RE-TE Remache trébol estanco	

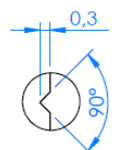
Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	L (mm)
PSAA0400	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	400
PSAA1250	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	1250
PSAA1875	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	1875
PSAA2500	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	2500
PSAA3625	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	3625
PSAA4400	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	4400
PSAA4800	41	80	22	7	1,8	1,8	22	9,5	35	4800

Plano



DETALLE F

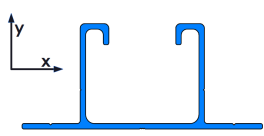


DETALLE G

Propiedades mecánicas material

	Límite elástico $F_{y0,2}$ (N/mm ²)	Carga de rotura F_u (N/mm ²)	Módulo elástico E (N/mm ²)	Modulo elástico transversal G (N/mm ²)	Coef. de dilatación lineal α_L (μ m / mK)	Peso específico ρ (Kg/m ³)
Aluminio EN AW-6063-T6	170	215	69.500	26.100	23,5	2.700

Propiedades mecánicas perfil.

	Área S (cm ²)	Mom. de inercia I_x (cm ⁴)	Mom. de inercia I_y (cm ⁴)	Mom. resistente W_x (cm ³)	Mom. resistente W_y (cm ³)	Peso lineal W (kg/m)
 PSA-A	3,14	5,43	13,33	2,40	3,33	0,85

SUN2000-100KTL-M2

Smart PV Controller



10 MPPT



98.8% (@480V)
Máx. Eficiencia



Gestión a
nivel de string



Diagnostico de
Curvas I-V



Soporta
MBUS



Soporta AFCI &
Desconexión a nivel de string



Descargador de
sobretensiones
en DC & AC



Protección
IP66

Curva de Eficiencia

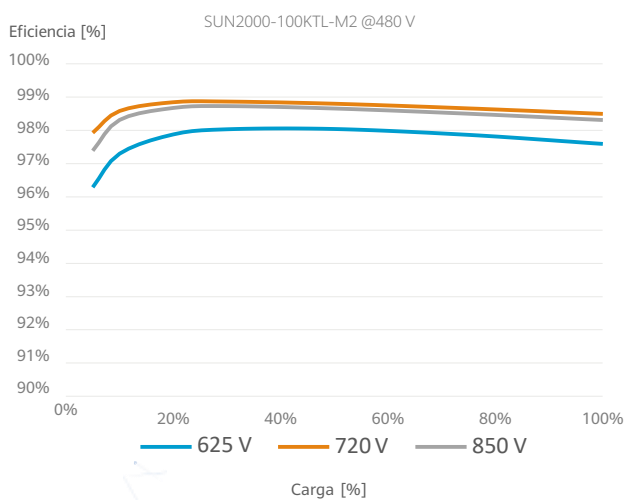
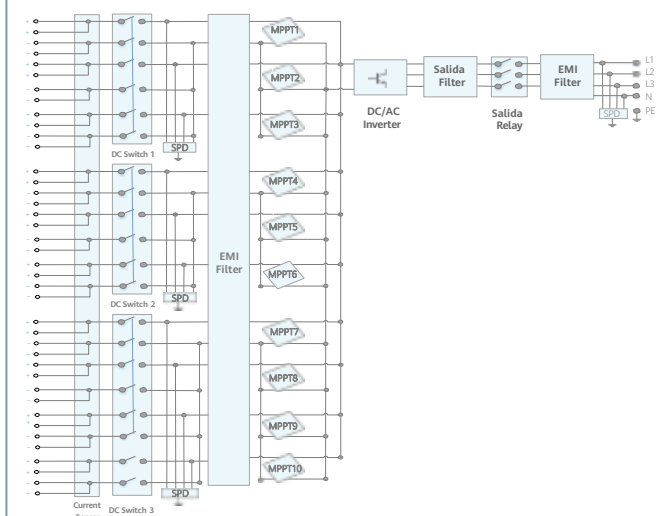


Diagrama de Circuito



Especificaciones
Técnicas

Especificaciones Técnicas

SUN2000-100KTL-M2

Eficiencia	
Máxima eficiencia	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
Eficiencia europea ponderada	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

Entrada	
Máx. tensión de entrada ¹	1,100 V
Rango de tensión a potencia máx.	540V~800V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	30 A
Intensidad de entrada máxima por string	20 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Rango de tensión de operación ²	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Número de MPPTs	10
Número de entradas por MPPT	2

Salida	
Potencia nominal activa de AC	100,000 W
Máx. potencia aparente de AC	110,000 VA
Máx. Pot. Activa de AC (cosφ=1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	380 V / 400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de AC	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Máx. intensidad de salida	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Factor de potencia ajustable	0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo
Máx. distorsión armónica total	<3%

Protection	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de AC	Sí
Protección contra polaridad inversa DC	Sí
Monitorización de fallos a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de DC	Tipo II
Descargador de sobretensiones de AC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Desconexión a nivel de string	Sí

Comunicaciones	
Pantalla	Indicadores LED; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Sí
USB	Sí
Smart Dongle-4G	Smart Dongle – 4G / WLAN (Opcional)
Monitorización BUS (MBUS)	Sí (Transformador de aislamiento requerido)

Datos Generales	
Dimensiones (A x A x P)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (soporte incluido)	≤93 kg
Rango de Temperatura en operación	-25°C ~ 60°C
Método de refrigeración	Sistema Inteligente de Refrigeración Forzada
Máx. Altitud en operación	4,000 m
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de DC	Amphenol Helios H4
Conector de AC	Conector resistente al agua + Terminal OT/DT
Grado de Protección	IP66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

*1 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de DC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

*2 Cualquier voltaje de entrada de DC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor

EU Declaration of Conformity **(No. CE-10908985)**

We **Huawei Technologies Co., Ltd.**

**Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co.,
Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, P.R.C**

declare that the product

Name/Trademark : Solar Inverter/HUAWEI

Model/Software : SUN2000-100KTL-M1, SUN2000-115KTL-M2, SUN2000-100KTL-M2/ V100

Accessories SDongleB-06-EU, SDongleA-05

complies with the following directives:

- **2014/53/EU(Radio Equipment Directive)**
- **2011/65/EU & (EU) 2015/863 (RoHS Directive)**

For the evaluation of the compliance with these Directives, the following standards have been applied:

Radio Equipment Directive	——
- Article 3.1 (a) Safety & Health	EN 62109-2:2011 EN 62109-1:2010 EN 50665:2017
- Article 3.1 (b) EMC	EN 62920:2017+A11:2020 EN 55011:2016 + A2:2021 EN IEC61000-6-3:2021 (Telecom Port) EN IEC 61000-6-4:2019 (Telecom Port) EN 61000-3-12:2011 EN IEC 61000-3-11:2019 EN IEC 61000-6-1:2019 EN IEC 61000-6-2:2019 EN 62920:2017+A1:2021 EN IEC 61000-6-1:2019 IEC 61000-6-2:2016 EN 301 489-52 V1.3.1 (2024-11) EN 301 489-1 V2.2.3 (2019-11)
- Article 3.2 Radio	ETSI EN 300 328 V2.2.2. EN 301 511 V12.5.1 EN 301 908-1 V15.2.1
- Article 3.3 (d)	EN 18031-1:2024
RoHS	EN IEC 63000:2018

The conformity assessment procedure as referenced in Article 17 and detailed in Annex III Module B of the Radio Equipment Directive(for article 3.3(d)) has been performed by TÜV Rheinland InterCert Kft.1008,and the EU-type examination certificate no.: M5 69267731 0001

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

CE Marking Date: 2025-07-31

Responsible for making this declaration is the:

☒ Manufacturer ☐ Authorised representative established within the EU

Signed for and on behalf of: Huawei Technologies Co., Ltd.

Print name/Title : WengYuan / Regulation Compliance Manager

<u>Shenzhen, China</u>	<u>2025-07-31</u>	<u>Weng Yuan</u>
(Place)	(Date)	(Signature)

Smart Power Sensor



Preciso

Precisión de medición: Clase 1



Fácil y sencillo

Pantalla LCD, fácil de configurar y comprobar



Energía eficiente

Consumo general de energía ≤ 1 W

Especificaciones técnicas		DDSU666-H	DTSU666-H 250A/50mA
Datos generales			
Dimensiones (alto x anchura x profundidad)	100 x 36 x 65.5 mm		100 x 72 x 65.5 mm
Tipo de montaje	DIN35 Rail		
Peso (incluidos los cables)	1.2 kg		1.5 kg
Fuente de alimentación			
Tipo de red eléctrica	1P2W		3P4W
Tensión de entrada (por fase)	176 Vac ~ 288 Vac		
Consumo de potencia	≤ 0.8 W		≤ 1 W
Rango de medición			
Tensión de línea	/		304 Vac ~ 499 Vac
Tensión por fase	176 Vac ~ 288 Vac		
Intensidad	0 ~ 100 A		0 ~ 250 A
Precisión de medición			
Tensión	±0.5 %		
Intensidad / Potencia / Energía	±1 %		
Frecuencia	±0.01 Hz		
Comunicación			
Interfaz	RS485		
Velocidad de transmisión en baudios	9,600 bps		
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU		
Entorno			
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C		
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ 70 °C		
Humedad de operación	5 %RH ~ 95 %RH (sin condensación)		
Otros			
Accesorios	Cable RS485 (10 m)		
	1 CT 100 A/40 mA (5 m)	3 CT 250 A/50 mA (5 m)	

Photovoltaic Solar H1Z2Z2-K Cable



Eland Product Group: E6S

APPLICATION

Updated harmonised (H1Z2Z2-K) European standard solar cable intended for the interconnection within photovoltaic systems such as solar panel arrays. Suitable for fixed installations, internal and external, within conduit or systems. Impact tested - Suitable for direct burial. For installations where fire, smoke emissions and toxic fumes create a potential risk to life and equipment. Water resistant to AD8.

CHARACTERISTICS

Voltage Rating U_0/U

AC: 1000/1000V

DC: 1500/1500V

Maximum Voltage (U_{max})

1800V

Test Voltage

6.5kV AC

Temperature Rating

Fixed: -40°C to +90°C

Minimum Bending Radius

5 x overall diameter

Maximum Conductor Temperature

+120°C (for 20000h)

CONSTRUCTION

Conductor

Class 5 flexible tinned copper conductor

Insulation

Halogen-free cross-linked compound

Sheath

Halogen-free cross-linked, flame retardant compound

Sheath Colour

● Black

Other colours available on request

STANDARDS

EN 50618, TÜV 2 PFG 1169/08.2007, EN 50288-3-7, EN 60068-2-78, EN 50395

Flame retardant to IEC/EN 60332-1-2

Low Smoke Zero Halogen to IEC/EN 60754-1/2, IEC/EN 61034-1/2, EN 50267-2-2

Ozone and UV Resistant to EN 60811-403, EN 50396, EN ISO 4892-1/3,

Water Resistant to AD8

THE CABLE LAB[®]

AN ISO/IEC 17025 AND IECEE CBTL ACCREDITED FACILITY

Our world-class testing facility assures the quality and compliance of this cable through a continuous and rigorous testing regime.



SUSTAINABILITY COMMITMENT

We are on a journey to Net Zero.

We've committed to near-term emissions reductions and a net-zero target with the Science Based Targets initiative and we're a signatory to the United Nations Global Compact Sustainable Development Goals.

Learn more about embodied carbon and our carbon emissions reduction actions, our comprehensive recycling services, and wider ESG activities for sustainable operations at: www.elandcables.com/company/about-us/esg-sustainability



REGULATORY COMPLIANCE

This cable is compliant with European Regulation EN 50575, the Construction Products Regulation.



This cable meets the requirements of the Low Voltage Directive 2014/35/EU, the RoHS Directive 2015/65/EU and Reach Directive EC 1907/2006. RoHS compliance has been tested and confirmed by The Cable Lab[®].





DIMENSIONS

ELAND PART NO.	NO. OF CORES	NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm ²	NOMINAL OVERALL DIAMETER mm	NOMINAL WEIGHT kg/km	TENSILE STRENGTH IN OPERATION N
E6S10015BK000	1	1.5	4.6	36	22
E6S10025BK000	1	2.5	5.0	46	37
E6S10040BK000	1	4	5.6	62	60
E6S10060BK000	1	6	6.1	82	90
E6S10100BK000	1	10	7.1	125	150
E6S10160BK000	1	16	8.5	190	240
E6S10250BK000	1	25	10.4	285	375
E6S10350BK000	1	35	11.5	385	525
E6S10500BK000	1	50	13.7	540	750
E6S10700BK000	1	70	15.8	740	1050
E6S10950BK000	1	95	17.3	965	1350
E6S11200BK000	1	120	19.1	1210	1800
E6S11500BK000	1	150	21.4	1495	2250
E6S11850BK000	1	185	24.9	1885	2775
E6S12400BK000	1	240	27.3	2395	3600

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm ²	MAXIMUM DC RESISTANCE OF CONDUCTOR AT 20°C ohms/km	MAXIMUM DC RESISTANCE OF CONDUCTOR AT 90°C ohms/km	CURRENT CARRYING CAPACITY Amps		
			Single Cable In Air	Single Cable On Surface	Two Cables Adjacent On Surface
1.5	13.70	17.468	30	29	24
2.5	8.21	10.468	41	39	33
4	5.09	6.490	55	52	44
6	3.39	4.322	70	67	57
10	1.95	2.486	98	93	79
16	1.24	1.581	132	125	107
25	0.795	1.013	176	167	142
35	0.565	0.720	218	207	176
50	0.393	0.501	276	262	221
70	0.277	0.353	347	330	278
95	0.21	0.267	416	395	333
120	0.164	0.209	488	464	390
150	0.132	0.168	566	538	453
185	0.108	0.137	644	612	515
240	0.0817	0.104	775	736	620

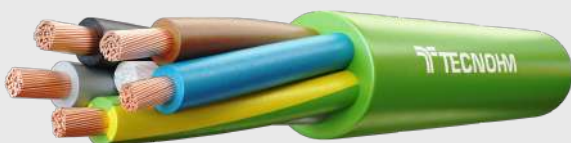
DE-RATING FACTORS

AIR TEMPERATURE	UP TO 60°C	70°C	80°C	90°C	100°C	110°C
DE-RATING FACTOR	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	0.41

The information contained within this datasheet is for guidance only and is subject to change without notice or liability. All the information is provided in good faith and is believed to be correct at the time of publication. When selecting cable accessories, please note that actual cable dimensions may vary due to manufacturing tolerances.

Cables de Energía de Baja Tensión RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

Cable de energía de Alta Seguridad (AS), con propiedades especiales frente al fuego y certificación CPR, utilizado en circuitos de baja tensión en instalaciones fijas interiores y exteriores. Conductor de cobre flexible y materiales de aislamiento y cubierta libres de halógenos.



C_{ca}-s1b,d1,a1



No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2



Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1



No propagación de incendio
UNE-EN 50399
UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24



Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2



Flexibilidad aumentada



Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2



Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas
UNE-EN 50399



Fácil pelado de los cables



Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

APLICACIONES

Se emplean en instalaciones fijas de distribución para alimentación de equipos de baja tensión, tanto en interior como en exterior, especialmente en locales de pública concurrencia y zonas donde se requiera elevar el grado de seguridad ante el fuego, como salas de espectáculos, hospitales, centros comerciales, colegios, edificios de oficinas, pabellones deportivos, aeropuertos.

Obligatorio en:

ITC-BT14 Línea general de alimentación

ITC-BT15 Derivaciones Individuales

ITC-BT28 Locales de pública concurrencia

CONSTRUCCIÓN

Conductor:

Cobre flexible clase 5, s/UNE EN 60228 IEC 60228.

Aislamiento:

Polietileno Reticulado - XLPE.

Identificación:

s/UNE-21089-1 (Ver tabla de colores).

Cableado:

Conductores aislados cableados en coronas concéntricas.

Cubierta Exterior:

Compuesto especial de Poliolefina libre de halógenos. Color Verde.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - NORMATIVA

Norma Ref. Diseño	UNE 21123-4
Clasificación CPR (Euroclase)	Cca-s1b,d1,a1(UNE-EN 50575)
No Propagador de la Llama	UNE-EN 60332-1 (IEC 60332-1)
No Propagador del Incendio	UNE-EN 60332-3 (IEC 60332-3)
Libre halógenos	UNE-EN 60754-1 (IEC 60754-1)
Baja corrosividad de gases	UNE-EN 60754-2 (IEC 60754-2)
Baja emisión de humos	UNE-EN 50399
Baja opacidad de humos	UNE-EN 61034 (IEC 1034)
Baja emisión de calor	UNE-EN 50399
Gotas y partículas inflamadas	UNE-EN 50399
Tensión nominal	600/1000 V
Tª máxima en el conductor	+90 °C
Rango temp. ambiente	-40°C +60°C

- La temperatura máxima del conductor para situaciones de emergencia es de 130 °C y de 250 °C para situaciones extremas de cortocircuito.
- Se distinguen por su gran manejabilidad que facilita la labor del instalador, ahorrando tiempo y reduciendo costos.
- Son cables flexibles (-K) para ser utilizados en instalaciones fijas, no estando permitido su uso en instalaciones móviles.

CODIFICACIÓN DE COLOR

UNE 21089-1

Nº conductores						
2X	●	●				
3X		●	●	●	●	
3G	●	●			●	
4X	●	●	●	●		
4G		●	●	●	●	
5G	●	●	●	●	●	
>5 (G)				●	●	●
>5 (X)						●
	Azul	Marrón	Negro	Gris	Amarillo / Verde	Negro numerado

Cables de Energía de Baja Tensión

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

Número de conductores x sección	Diámetro nominal exterior (1)	Peso nominal (1)	Radio mínimo de curvatura (1)	Resistencia del conductor a 20 °C	Intensidad máxima admisible			Caída de tensión	
					Al aire / En bandeja 40 °C (2)	Bajo tubo o canal protector 40 °C (3)	Enterrado 25 °C (4)	cos μ = 1	cos μ = 0,8
mm ²	mm	kg/km	mm	Ω /km	A	A	A	V/(A.km)	V/(A.km)
1x1,5	7,0	67	28	13,3	21	17,5	21	26,50	21,36
1x2,5	7,5	79	30	7,98	30	24	27	15,93	12,88
1x4	8,0	97	32	4,95	40	32	35	9,96	8,10
1x6	8,5	120	34	3,30	52	41	44	6,74	5,51
1x10	9,6	167	38	1,91	72	57	58	4,00	3,31
1x16	10,6	226	42	1,21	97	77	75	2,51	2,12
1x25	12,3	321	49	0,780	122	100	96	1,59	1,37
1x35	13,8	421	55	0,554	153	124	117	1,15	1,01
1x50	15,4	579	62	0,386	188	151	138	0,85	0,77
1x70	17,3	780	69	0,272	243	193	170	0,59	0,56
1x95	19,2	995	77	0,206	298	234	202	0,42	0,43
1x120	21,3	1.240	85	0,161	350	272	230	0,34	0,36
1x150	23,4	1.529	94	0,129	401	313	260	0,27	0,31
1x185	25,6	1.826	105	0,106	460	356	291	0,22	0,26
1x240	28,6	2.383	115	0,0801	545	419	336	0,17	0,22
1x300	31,3	2.942	125	0,0641	630	468	380	0,14	0,19
2x1,5	10,0	134	40	13,3	21	17,5	24	30,98	24,92
2x2,5	10,9	169	44	7,98	30	24	32	18,66	15,07
2x4	11,8	213	47	4,95	40	32	42	11,68	9,46
2x6	12,9	271	52	3,30	52	41	53	7,90	6,42
2x10	15,2	399	61	1,91	72	57	70	4,67	3,84
2x16	17,7	566	71	1,21	97	77	91	2,94	2,45
2x25	18,7	725	75	0,78	122	100	116	1,86	1,59
2x35	21,2	970	85	0,554	153	124	140	1,31	1,16
2x50	25,0	1.410	120	0,386	188	151	166	0,99	0,88
3G1,5	10,4	150	42	13,3	23	17,5	24	30,98	24,92
3G2,5	11,4	193	46	7,98	32	24	32	18,66	15,07
3G4	12,4	250	50	4,95	44	32	42	11,68	9,46
3G6	13,6	324	54	3,30	57	41	53	7,90	6,42
3G10	16,0	486	64	1,91	78	57	70	4,67	3,84
3G16	18,7	696	75	1,21	104	77	91	2,94	2,45
3x25	20,0	925	80	0,78	115	91	96	1,62	1,38
3x35	22,6	1.250	90	0,554	143	114	117	1,17	1,01
3x50	26,7	1.810	110	0,386	174	139	138	0,86	0,77
3x70	31,4	1.520	130	0,272	223	178	170	0,60	0,56
3x95	35,0	3.250	140	0,206	271	216	202	0,43	0,42
3x120	39,6	4.135	160	0,161	314	251	230	0,34	0,35
3x150	43,9	5.140	180	0,129	359	289	260	0,28	0,30
3x185	48,2	6.230	195	0,106	409	329	291	0,22	0,26
3x240	54,9	8.175	220	0,0801	489	385	336	0,17	0,21
3x300	63,1	10.325	255	0,0641	549	415	380	0,14	0,18

(1) Valores aproximados.

(2) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra. 1x: instalación tipo F (XLPE3). 2x, 3G: instalación tipo E (XLPE2). 3x, 4G, 4x, 5G: Instalación tipo E (XLPE3).

(3) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería; o bajo canal protector en montaje superficial o suspendido. 1x: Instalación tipo B1 (XLPE3). 2x, 3G: Instalación tipo B2 (XLPE2). 3x, 4G, 4x, 5G: Instalación tipo B2 (XLPE3).

(4) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica: instalación tipo D1/D2 (XLPE3). 2x, 3G: instalación tipo D1/D2 (XLPE2).

Los datos contenidos en este documento no suponen ningún compromiso para Tecnohm. La empresa se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en esta hoja técnica sin previo aviso.

Cables de Energía de Baja Tensión

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

(Continuación)

Número de conductores x sección	Diámetro nominal exterior (1)	Peso nominal (1)	Radio mínimo de curvatura (1)	Resistencia del conductor a 20 °C	Intensidad máxima admisible			Caída de tensión	
					Al aire / En bandeja 40 °C (2)	Bajo tubo o canal protector 40 °C (3)	Enterrado 25 °C (4)	cos μ =1	cos μ =0,8
mm ²	mm	kg/km	mm	Ω /km	A	A	A	V/(A.km)	V/(A.km)
4x1,5	11,2	173	45	13,3	20	16,5	21	26,94	21,67
4x2,5	12,3	227	49	7,98	28	22	27	16,23	13,10
4x4	13,4	298	54	4,95	38	30	35	10,16	8,23
4x6	14,7	391	59	3,30	49	39	44	6,87	5,59
4x10	17,5	593	70	1,91	68	54	58	4,06	3,34
4x16	20,4	855	82	1,21	91	72	75	2,56	2,13
4x25	24,3	1.267	97	0,780	115	91	96	1,62	1,38
4x35	28,4	1.792	115	0,554	143	114	117	1,17	1,01
4x50	32,5	2.439	130	0,386	174	139	138	0,86	0,77
4x70	37,1	3.359	150	0,272	223	178	170	0,60	0,56
4x95	41,2	4.276	165	0,206	271	216	202	0,43	0,42
4x120	46,7	5.500	190	0,161	314	251	230	0,34	0,35
4x150	51,8	6.750	210	0,129	359	289	260	0,28	0,30
4x185	57,6	8.172	235	0,106	409	329	291	0,22	0,26
4x240	64,4	10.642	260	0,0801	489	385	336	0,17	0,21
5G1,5	12,0	202	48	13,3	20	16,5	21	26,94	21,67
5G2,5	13,3	266	53	7,98	28	22	27	16,23	13,10
5G4	14,5	351	58	4,95	38	30	35	10,16	8,23
5G6	16,0	467	64	3,30	49	39	44	6,87	5,59
5G10	19,0	711	76	1,91	68	54	58	4,06	3,34
5G16	22,2	1.028	89	1,21	91	72	75	2,56	2,13
5G25	24,7	1.455	100	0,78	115	91	96	1,62	1,38
5G35	27,7	1.960	115	0,554	143	114	117	1,17	1,01
5G50	33,1	2.860	135	0,386	174	139	138	0,86	0,77
5G70	39,0	4.000	160	0,272	223	178	170	0,60	0,56
5G95	43,4	5.155	175	0,206	271	216	202	0,43	0,42

(1) Valores aproximados.

(2) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra. 1x: instalación tipo F (XLPE3). 2x, 3G: instalación tipo E (XLPE2). 3x, 4G, 4x, 5G: Instalación tipo E (XLPE3).

(3) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería; o bajo canal protector en montaje superficial o suspendido. 1x: Instalación tipo B1 (XLPE3). 2x, 3G: Instalación tipo B2 (XLPE2). 3x, 4G, 4x, 5G: Instalación tipo B2 (XLPE3).

(4) Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla C.52.1 bis. Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica: instalación tipo D1/D2 (XLPE3). 2x, 3G: instalación tipo D1/D2 (XLPE2).

Los datos contenidos en este documento no suponen ningún compromiso para Tecnohm. La empresa se reserva el derecho de realizar cualquier modificación en esta hoja técnica sin previo aviso.

17 ANEXO J: CERTIFICADO DE SOLIDEZ

CERTIFICAT DE SOLIDESA

En Oriol Ventura Duran, col·legiat núm. 20.268 del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.

INFORMA:

Que aquest certificat de solidesa pertany a l'Institut Públic Olivar Gran situat a l'avinguda Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona i referència cadastral 6984108DG9768S0001GB.

L'edifici fou construït al 2004 i la superfície construïda de l'edifici és de 5.119 m² segons dades de l'Oficina Virtual del Cadastre. Consta de 2 cossos, un de principal amb alçada de 11m i dues orientacions de coberta i un d'annex amb alçada de 7m i una orientació de coberta.

L'empresa SERVICIOS INTEGRALES A INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.L (Wattwin) amb CIF B65681942 redacta el projecte tècnic executiu de la instal·lació solar fotovoltaica per autoconsum de 100kWn per executar sobre la coberta de l'edifici. Per tant, aquest certificat de solidesa només es centra en les superfícies que ocupen els camps solars en qüestió i en les característiques tècniques dissenyades per l'empresa projectista i que es defineixen a continuació:

- Panells fotovoltaics: 338 x 550 Wp distribuïts en 3 cobertes segons croquis adjunt.
- Model de panell: LR5-72HPH-550M G2
- Dimensions del panell: 2278x1134x35mm
- Pes del panell: 27,5 kg
- Tipologia d'estructura: coplanar amb barra d'alumini trapezoidal anclada a greca del panell sandvitx.

Al mateix temps, s'informa que la sobrecàrrega que s'instal·larà sobre les cobertes, corresponent al camp solar format per mòduls fotovoltaics i estructura de suport d'alumini i respectius llasts (si és el cas), serà de **0,223 kN/m²** en les cobertes de l'edifici principal i de **0,209 kN/m²** en la coberta de l'edifici annex.

CERTIFICA:

Que la coberta de l'Institut Públic Olivar Gran situat a l'avinguda Maria Angels Anglada, 17600 Figueres, Girona, es troba en correcte estat de conservació i reuneix les condicions de seguretat i solidesa necessària per a la instal·lació del sistema solar fotovoltaic de característiques detallades en aquest projecte. Qualsevol modificació de la instal·lació projectada serà objecte del re-càlcul de la sobrecàrrega d'ús per la verificació de la solidesa de la coberta.

Que no s'han observat, en tots els elements estructurals del conjunt de la coberta, lesions o degradacions aparents que pressuposin un deficient comportament de l'estructura, segons allò que es requereix a la seva tipologia. Per la qual cosa, llevat de vici ocult o causa sobrevinguda, es pot afirmar que tot el conjunt reuneix les condicions de solidesa i seguretat suficients per al fi al què se'l pretén destinar.

Emeto aquesta certificació d'acord amb els meus coneixements tècnics i la meva praxi professionalitat.

I perquè consti, signo aquest certificat.

Granollers, 22 de maig de 2026

47918055Q
ORIOl VENTURA
DURAN (R:
B13695655)
Firmado digitalmente
por 47918055Q ORIOl
VENTURA DURAN (R:
B13695655)
Fecha: 2026.05.22
19:57:41 +02'00'

ORIOl
VENTURA
DURAN /
num:20268
Firmado digitalmente
por ORIOl VENTURA
DURAN / num:20268
Fecha: 2026.05.22
19:58:03 +02'00'

Annexos:

- Justificació de càrregues estructurals del sistema solar (inclòs en el Projecte Tècnic Executiu).
- Annex fotogràfic de l'estat de la coberta.
- Plànols constructius de l'edifici
- Plànols de distribució i estructura
- Estudi de distribució de pes realitzat pel fabricant de l'estructura (només si inclou llasts).

Annex I. Justificació de càrregues estructurals del sistema solar

Per al càlcul de les càrregues imposades sobre l'estructura de l'edifici a causa de la instal·lació dels panells fotovoltaics es tindrà en compte l'acció combinada de les accions permanents (propis de l'estructura i els mòduls) i de les accions variables (pressió estàtica del vent sobre els mòduls inclinats), donant compliment a la normativa del CTE.

A l'apartat de fitxes tècniques s'adjunta la corresponent a la de l'estructura amb que s'ha realitzat l'estudi.

I.1. SOBRECÀRREGUES PERMANENTS

La sobrecàrrega produïda pel propi pes de les instal·lacions fotovoltaïques es calcula amb la següent equació:

$$G = \frac{Massa_{mòd} \cdot g \cdot n^{\circ}_{mòd}}{\dot{A}rea_{inst}} + \frac{Massa_{estr} \cdot g \cdot m_{estr}}{\dot{A}rea_{inst}} + \frac{Massa_{contr} \cdot g \cdot n^{\circ}_{contr}}{\dot{A}rea_{inst}}$$

On:

$Massa_{mòd}$	Massa dels mòduls fotovoltaics.
g	Constant de gravitació.
$n^{\circ}_{mòd}$	Nombre total de mòduls.
$\dot{A}rea_{inst}$	Projecció horitzontal àrea dels mòduls fotovoltaics.
$Massa_{estr}$	Massa de l'estructura de fixació, inclosos els cargols.
m_{estr}	Longitud total de l'estructura de fixació.
$Massa_{contr}$	Massa del contrapès de formigó.
n°_{contr}	Número de contrapesos totals.

Tenint en compte les càrregues dels elements unitaris (mòduls i estructura), s'esdevé que els valors de càlcul per les càrregues permanents són els següents:

	Posició mòduls	Tipus estructura	Inclinació	Àrea coberta*	Massa mòduls	Nº mòduls	Massa estructura	Longitud estructura
Coberta Principal Sud-oest	Vertical	Estructura coplanar	5,7	465m ²	27,5 kg	180	1,25 kg/m	408 m
Coberta Principal Sud-est	Vertical	Estructura coplanar	5,7	191m ²	27,5 kg	74	1,25 kg/m	168 m
Coberta Annexa	Vertical	Estructura coplanar	5,7	217m ²	27,5 kg	84	1,25 kg/m	191 m

*Considerada de manera conservadora aquella àrea que només ocupen els mòduls en sí.

El resum de les càrregues permanents són:

	Q mòduls	Q estructura	Q contrapesos	Q permanents total
Coberta Principal Sud-oest	10,6 kg/m ²	1,1 kg/m ²	0,0 kg/m ²	11,7 kg/m ²

Coberta Principal Sud-est	10,6 kg/m ²	1,1 kg/m ²	0,0 kg/m ²	11,7 kg/m ²
Coberta Annexa	10,6 kg/m ²	1,1 kg/m ²	0,0 kg/m ²	11,7 kg/m ²

I.2. SOBRECÀRREGUES VARIABLES

El perfil de la coberta de l'edifici no es veurà afectat, doncs el camp solar serà coplanar a la coberta. Per aquest motiu es té en compte la sobrecàrrega variable corresponent a la força del vent de manera poc significativa i segons taules D.5 i D.6 del CTE.

De totes maneres, com a càrregues variables es pren les indicacions del CTE en el seu document bàsic d'accions a l'edificació. L'expressió per al càlcul de la força del vent és la següent:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

q_b	Pressió dinàmica del vent
C_e	Coefficient exposició
C_p	Coefficient eòlic o de pressió

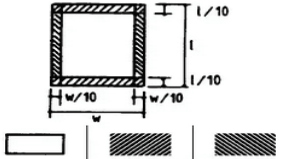
La pressió dinàmica del vent, q_b , depèn de la densitat i de la velocitat bàsica del vent en l'emplaçament de la instal·lació. A l'Annex D.1 del CTE SE-AE, a més, de la definició de la velocitat bàsica del vent, es donen valors d'aquesta i de la pressió dinàmica a cadascuna de les 3 zones en les que es divideix el territori. La zona que correspon a la ubicació de la instal·lació és la C i el valor de la pressió dinàmica és de 520 N/m².

Per altra part, el coeficient d'exposició adimensional C_e , depèn de l'altura de la instal·lació i del grau de rugositat del terreny. A l'Annex D.2 del CTE SE-AE s'explica el mètode de càlcul dels valors de la següent taula.

Grado de aspereza del entorno		Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

S'ha considerat una Zona III, de manera conservadora, zona amb obstacles aïllats i una alçada de 11 m per l'edifici principal i 7m per l'edifici annex, per la qual cosa els coeficients d'exposició són 2,4 i 2,1, respectivament.

Finalment, per al càlcul del coeficient eòlic o de pressió s'ha considerat que la disposició dels mòduls sobre les cobertes es poden assimilar a una marquesina a una aigua segons l'apartat 10.3 del Eurocódigo 1-Parte 1-4. Tenint en compte que el grau d'obstrucció, ϕ , és 0 en aquest cas ja que no hi ha cap objecte que obstrueixi el pas del vent per la part inferior, s'ha realitzat la interpolació per trobar els coeficients de pressió de compressió i de succió de la columna de coeficients totals.

Ángulo de la cubierta α [°]	Bloqueo φ	Coefficientes totales			
0	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 0,2 -0,5 -1,3	+ 0,5 -0,6 -1,5	+ 1,8 -1,3 -1,8	+ 1,1 -1,4 -2,2
5	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 0,4 -0,7 -1,4	+ 0,8 -1,1 -1,6	+ 2,1 -1,7 -2,2	+ 1,3 -1,8 -2,5
10	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 0,5 -0,9 -1,4	+ 1,2 -1,5 -2,1	+ 2,4 -2,0 -2,6	+ 1,6 -2,1 -2,7
15	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 0,7 -1,1 -1,4	+ 1,4 -1,8 -1,6	+ 2,7 -2,4 -2,9	+ 1,8 -2,5 -3,0
20	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 0,8 -1,3 -1,4	+ 1,7 -2,2 -1,6	+ 2,9 -2,8 -2,9	+ 2,1 -2,9 -3,0
25	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 1,0 -1,6 -1,4	+ 2,0 -2,6 -1,5	+ 3,1 -3,2 -2,5	+ 2,3 -3,2 -2,8
30	Mínimo todos los φ Mínimo $\varphi = 0$ Mínimo $\varphi = 1$	+ 1,2 -1,8 -1,4	+ 2,2 -3,0 -1,5	+ 3,2 -3,8 -2,2	+ 2,4 -3,6 -2,7

NOTA - (i) + abajo
- arriba
(ii) $z_{ed} = h$

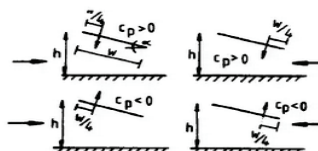


Fig. 10.3.2 – Hipótesis de carga en marquesinas a un agua

A la taula següent s'observen els resultats dels paràmetres anteriors aplicats:

Coberta	Q _b	C _e	C _p compr.	C _p succió	qe compr. (kg/m ² mòduls)	Inclinació	Àrea mòduls	Àrea coberta	qe compr. (kg/m ² coberta)
Coberta Principal Sud-oest	520 N/m ²	2,4	0,10	-0,70	12,7 kg/m ²	5,7	401,4 m ²	465,0 m ²	10,9 kg/m ²
Coberta Principal Sud-est	520 N/m ²	2,4	0,10	-0,70	12,7 kg/m ²	5,7	165,0 m ²	191,2 m ²	10,9 kg/m ²
Coberta Annexa	520 N/m ²	2,1	0,10	-0,70	11,1 kg/m ²	5,7	187,3 m ²	217,0 m ²	9,6 kg/m ²

I.3. CÀRREGUES TOTALS

En resum de la justificació de l'estat de càrregues s'obté la següent taula on s'indica la sobrecàrrega total pel fet d'executar el camp solar sobre la coberta de l'edifici.

Coberta	Q permanents	Q variables	Q total
Coberta 1	11,7 kg/m ²	10,9 kg/m ²	22,7 kg/m ²
Coberta 2	11,7 kg/m ²	10,9 kg/m ²	22,7 kg/m ²
Coberta 3	11,7 kg/m ²	9,6 kg/m ²	21,3 kg/m ²

Considerant l'efecte de la gravetat, s'obté que la càrrega uniforme per metre quadrat de la coberta de l'edifici principal és de **0,223 kN/m²** i de la coberta de l'edifici annex és de **0,209 kN/m²**.

Tenint en compte la taula 3.1 del CTE DB-SE-AE i que les cobertes només són accessible únicament per conservació sobre corretges sense forjat (**categoría d'ús G1 amb una valor de sobrecàrrega uniforme de 0,4 kN/m²**), es conclou que:

Sobrecàrrega de sistema solar fotovoltaic < sobrecàrrega d'ús de la coberta

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Annex II. Annex fotogràfic de l'estat de la coberta

Part exterior de la coberta en vista aèria



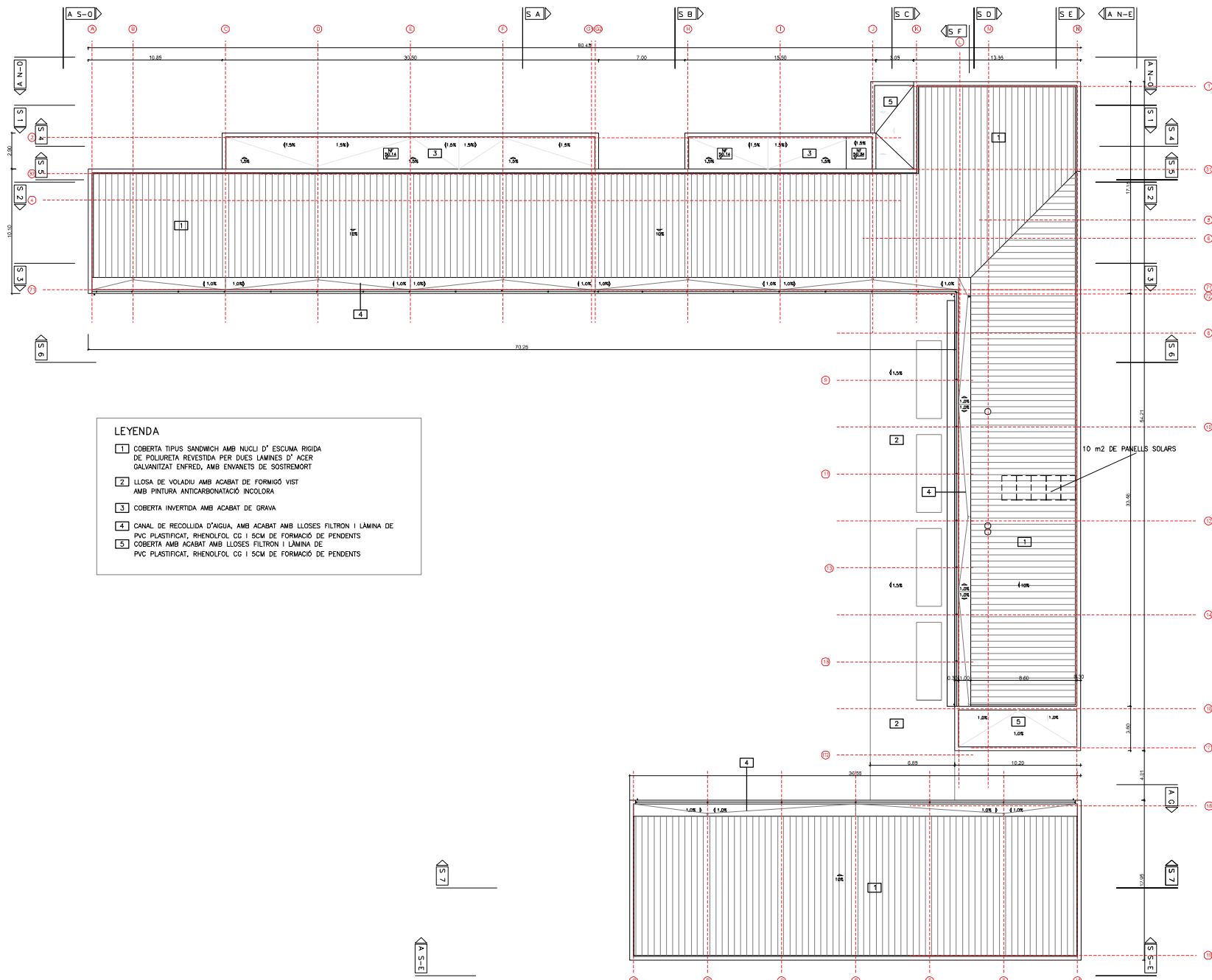
Part interior de la coberta







Annex III. Plànols constructius de l'edifici

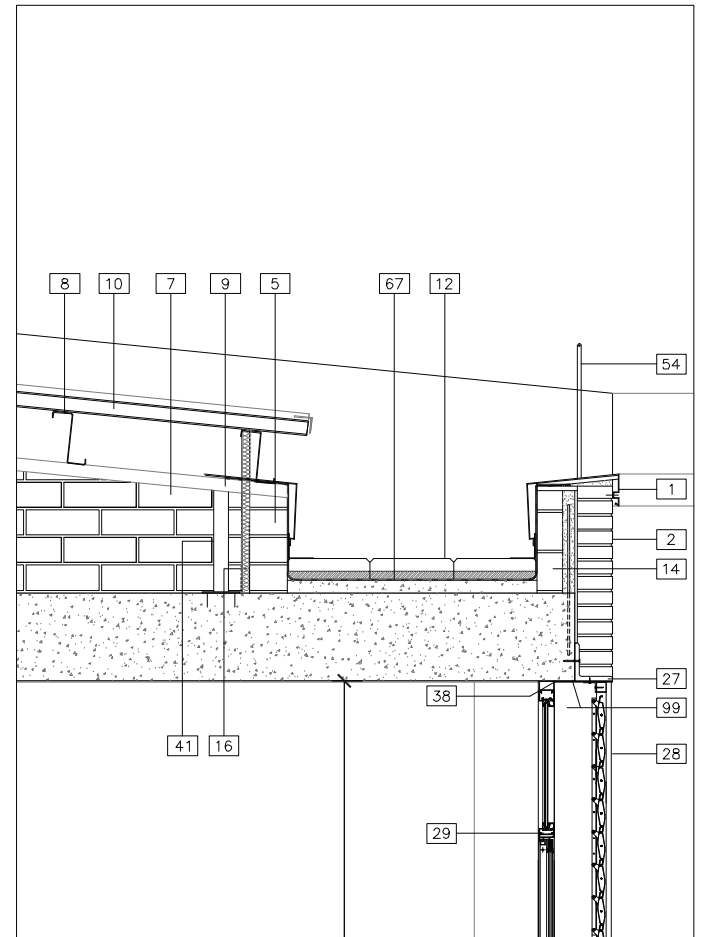
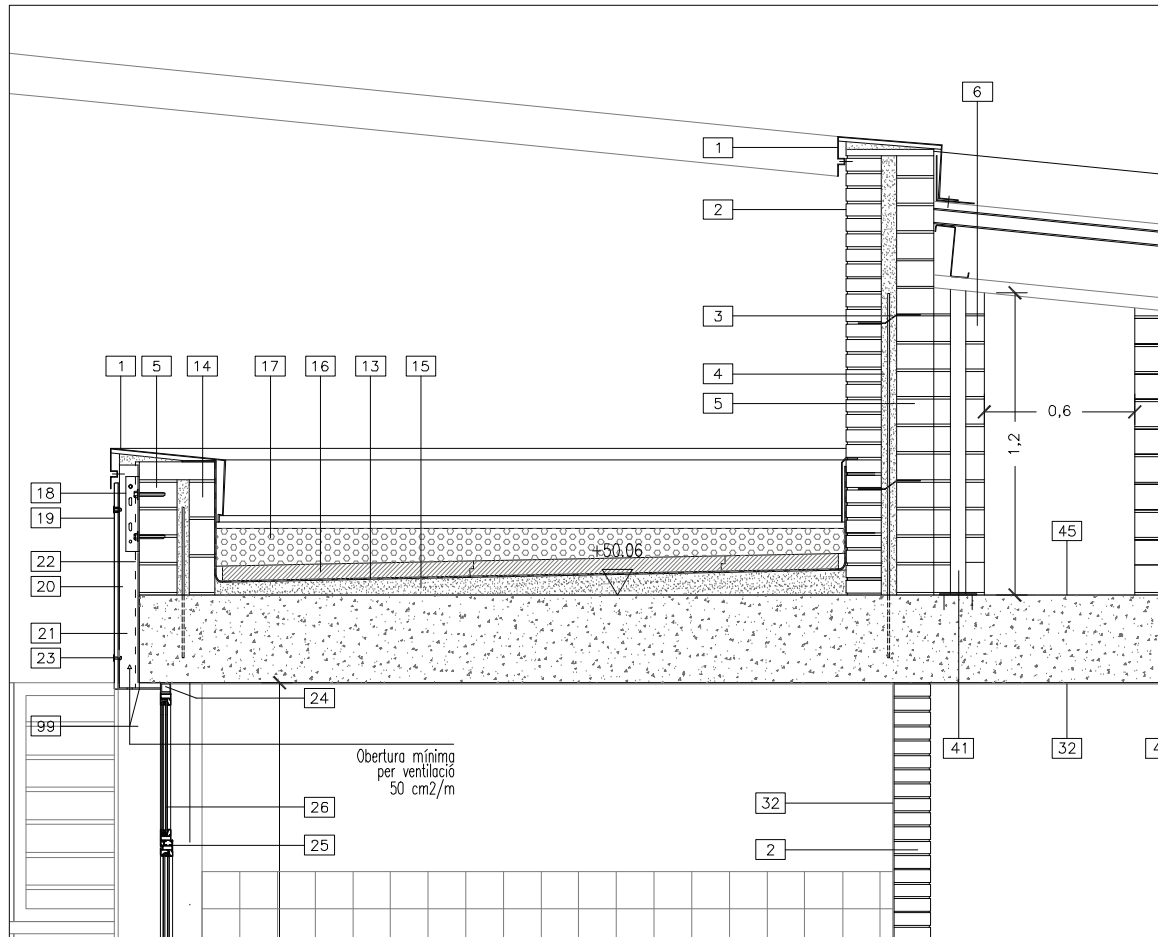


LEYENDA

- 1 COBERTA TIPUS SANDWICH AMB NUCLI D' ESCUMA RIGIDA DE POLIURETA REVESTIDA PER DUES LAMINES D' ACER GALVANITZAT ENFRED, AMB ENVANETS DE SOSTREMORT
- 2 LLOSA DE VOLADIU AMB ACABAT DE FORMIGÓ VIST AMB PINTURA ANTICARBONATACIÓ INCOLORA
- 3 COBERTA INVERTIDA AMB ACABAT DE GRAVA
- 4 CANAL DE RECOLLIDA D'AIGUA, AMB ACABAT AMB LLOSES FILTRON I LÁMINA DE PVC PLASTIFICAT, RHENOLFOL CG I 5CM DE FORMACIÓ DE PENDENTS
- 5 COBERTA AMB ACABAT AMB LLOSES FILTRON I LÁMINA DE PVC PLASTIFICAT, RHENOLFOL CG I 5CM DE FORMACIÓ DE PENDENTS

	PLANOL N°
	05.01

DATA: OCTUBRE 2003	CAPITOL e 05
NOM FITXER: DG05_01F01.dwg	FULL 1 DE 1



MATERIALS I ACABATS

- 1 REMAT XAPA D'ALUMINI LACAT DE 2MM DE GRUIX, CORONAMENT PARET SOBRE TAULER DE DM
- 2 OBRA VISTA CERÀMICA DE 11,5x24x5, ESMALTADA DE COLOR BLANC
- 3 CONNECTORS DE XAPA O VARILLA D'ACER INOX. (8/10 uts. m2)
- 4 MASSISSAT DE FORMIGÓ AMB UNA BARILLA DE REFORÇ CADA 1M
- 5 PARET DE TOTXO PERFORAT 'GERO' DE MIDES 14x28x10cm
- 6 PLASTRE ENTRE PERFORCS DE TOTXO PERFORAT
- 7 PAREDS DE TOTXANA PER SUPORT DE CORRETTGES DE COBERTA
- 8 PERILL 2 DE CORRETTA COBERTA
- 9 PERILL D'ACER GALVANITZAT EN FORMA DE U, DE GRUIX 1,5mm
- 10 FORMACIÓ DE COBERTA AMB PLAQUES SANDWICH AMB NUCLI D'ESCUIMA RÍGIDA DE POLIURETÀ REVESTIDA PER DUES LÀMINES D'ACER GALVANITZAT PRELACAT PERIFERES EN FRED, DE GRUIX 1mm
- 11 VIDRE COLAT TIPUS U-GLASS
- 12 COL·LOCACIÓ EN OBRA TIPUS CANAMÀ
- 13 LOGA FILTRON AMB BASE ALLANT DE POLIESTIR EXTRUÏT I UNA CAPA DE FORMIGÓ PÒRDS
- 14 IMPERMEABILITZACIÓ AMB DOBLE LÀMINA DE BETUN POLIMÈRIC DE 4kg/m2
- 15 PARET DE TOTXANA DE 14cm DE GRUIX
- 16 FORMIGÓ LLEUGER AMB PERLITA DE DENSITAT 530 kg/m3, PER FORMACIÓ DE PENDENTS

- 18 ALLIAMENT AMB PLAQUES 'D' ESPIUMA RÍGIDA ENCADELADA DE POLIESTIR EXTRUSIONAT DE 6cm EN COBERTA INVERNTA I 3cm EN PARET INTERIOR CANAL RECULLIDA AIGÜES, DENSITAT DE 35 kg/m2
- 19 20 cm de CANTO RODAT DE DIÀMETRE MÀXIM 30 mm
- 20 ANCLATGE DE LA SUBESTRUCTURA D'ALUMINI

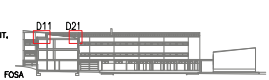
- 19 PLACAS 'TRESPA-METECH'
- 20 SUBESTRUCTURA D'ALUMINI
- 21 CAMARA D'AIRE VENTILADA
- 22 ALLIAMENT DE POLIURETÀ PROJECTAT DE 3 cm DE GRUIX EN FAÇANA DE TRESPA I DE 5 cm DE GRUIX EN FAÇANA OBRA VISTA
- 23 FIXACIÓ MECÀNICA DE PLAQUES
- 24 PERILL TUBULAR 40x40 mm
- 25 FINESTRA D'ALUMINI, TIPUS SEGONS PLANOLIS FUSTERIA, AMB CLASSIFICACIÓ A3, E4, V4, D'ALUMINI LACAT, SENSE ROPURA DE PONT TÈRMIC
- 26 VIDRE TIPUS CLIMALIT3+5/6/4+4 mm
- 27 PERILL D'ACER INOXIDABLE 'L' 150x18 FIXAT MECÀNICAMENT
- 28 LAMES HORIZONTALS, PER A PROTECCIÓ SOLAR, D'ALUMINI EXTRUSIONAT AMB ESTRUCTURA METÀL·LICA GALVANITZADA I LACADA ELECTROSTÀTICAMENT I AGUAT AL FORN
- 29 PINTURA IGNIFUGA RF-30 PER PROTECCIÓ BUGHES METALLIQUES VISTES
- 30 AMPIT DE 2 cm DE GRUIX DE PEDRA SANT VICENÇ FLUIDA
- 31 PARET DE TOTXANA DE 9 cm DE GRUIX
- 32 ENQUINAT I PINTAT AL PLÀSTIC
- 33 SOCOL DE TERRATZO
- 34 ESCOPIDOR XAPA ALUMINI LACAT DE 2 mm DE GRUIX, PLEGADA AMB COTERO SOBRE TAULER DE FUSTA AMB BASE DE TELA IMPERMEABLE
- 35 PAVIMENT DE TERRATZO GRA MIG POLIT DE 40x40 cm
- 36 MORTER M400
- 37 JUNTA DE 1 cm POLIESTIR EXPANDIT
- 38 PREMARCO D'ACER GALVANITZAT

- 39 ESCOPIDOR XAPA ALUMINI LACAT DE 2 mm DE GRUIX, AMB UN DESENVOLUPAMENT TOTAL DE 80 cm
- 40 BLOC DE TÈRMOCARILLA DE 19x30x20 cm
- 41 PERILL TUBULAR 40x40x3 D'ACER GALVANITZAT, SOLDAT A ESTRUCTURA DE COBERTA I AGAFAT A FORJAT AMB PLETINA 120x60x5 I FIXACIONS MECÀNIQUES
- 42 AMPIT DE FUSTA HIDRUFUGA DM DE 19 mm DE GRUIX PINTAT A L'ESMALT SINTÈTIC
- 43 TAULER DE DM DE 18 mm DE GRUIX PINTAT A L'ESMALT SINTÈTIC, AMB RASTRELLS DE FUSTA DE 3x4 cm
- 44 DINTELL
- 45 FORJAT DE FORMIGÓ ARMAT RETICULAR e=35 cm
- 46 FORJAT SANITARI A BASE DE BUGHES PRETENSADAES I REVOLUTONS DE FORMIGÓ PREFABRICAT e=25 cm
- 47 PERILL INFERIOR I LATERAL D'ALUMINI PER U-GLASS (B2)
- 48 PERILL SUPERIOR I LATERAL D'ALUMINI PER U-GLASS (B1)
- 49 PERILL INFERIOR SEPARADOR I DE REDOLÇAMENT DE PVC PER U-GLASS (AC)
- 50 PERILL SEPARADOR DE PVC SUPERIOR (SG)
- 51 PERILL TUBULAR Ø 400mm
- 52 BARANA FORMADA PER PERILL VERTICAL D'ACER INOXIDABLE L 50,6
- 53 PERILL L 55,5x8
- 54 BARANA DE PROTECCIÓ COBERTA, D'ACER GALVANITZAT, TUB 0,40mm I MUNTANT Ø 12 CADA 80CM SOLDATS A L INFERIOR 50x50x8

- 55 SOLERA FORMIGÓ HA-250 DE 15CM DE GRUIX Ø10x20
- 56 SUBBASE DE GRAVES DE 20 CM DE GRUIX
- 57 LÀMINA SEPARADORA DE POIETLE DE 50 MICRAS
- 58 APLACAT DE MÀS FORMAT DE 4CM PER REVESTIR AMB DUEX A ESTRUCTURA METÀL·LICA D'ACER GALVANITZAT, FORMADA PER PERILL HORIZONTAL UPN-220 I L80,80 REDOLÇAT A LES PARETS I AGAFAT A FORJAT AMB TUBS DE 40X80 AMB PLETINA I FIXACIONS MECÀNIQUES
- 59 MORTER DE CIMENT DE REGULARITZACIÓ
- 60 PARET DE VIDRE ENMOLLAT I PREMSAT DE 240X240
- 61 PERILL PERIMETRAL U 80,30x1,5
- 62 MORTER
- 63 JUNTA ELÀSTICA
- 64 LLUMINERA TIPUS DOWNLIGHT ENCASTAT, AMB REFLECTOR PLATEJAT, ES PREVEURÀ CARCASSA EMPORTRADA I TUBS CORRUGATS ABANS DE FORMIGONAT
- 65 MINIVELL D'ALUMINI LACAT DE 2MM DE GRUIX, AMB 4 PLECS
- 66 FILTRE DE FIBRA DE VIDRE, TIPUS RHENOFOL CG AMB 5cm DE FORMACIÓ DE PENDENTS
- 67 BLOC DE FORMIGÓ DE 11 CM, DE GRUIX ARMAT I FORMIGONAT INTERIORMENT
- 68 SOBREDIEXIDOR D'ACER INOXIDABLE, Ø25, COL·LOCAT AMB FIXACIONS MECÀNIQUES
- 69 RAFFEC FORMAT PER ESTRUCTURA METÀL·LICA FORADA

- 71 XAPA D'ALUMINI DE 2MM DE GRUIX, AMB ESCOPIDOR, PER A PROTECCIÓ DE SOCOL DE FORMIGÓ
- 72 PERILL METÀL·LIC, SOLDAT A BIGA METÀL·LICA
- 73 VIDRE CLIMALIT 4+4 /6/6+6 (a la cara interior)
- 74 FORJAT DEL GIMNAS, AMB ENQUETA AUTORRESISTENT PRETENSADA DE 25 CM DE GRUIX
- 75 CORTINA D'ULLOSSOR SOLAR, TIPUS BEC O SIMILAR AMB GUES D'ALUMINI
- 76 DINTELL DE XAPA GALVANITZADA DE 10 MM DE GRUIX
- 77 ESTRUCTURA METÀL·LICA FORMADA PER TUB 100,60 I 60,80 PER SUPORT DE PARAMENT DTU-GLASS, AGAFAT A FORJAT
- 78 XAPA D'ALUMINI SOBRE TAULER DE DM, FIXAT A SUBESTRUCTURA METÀL·LICA
- 79 REVESTIMENT DE XAPA D'ALUMINI DE 2MM DE GRUIX, SOBRE TAULER DE FUSTA DM HIDRUFUG, AMB BASE DE TELA IMPERMEABLE
- 80 APLACAT DE PEDRA SANT VICENÇ DE 2CM DE GRUIX, AMB MORTER DE CIMENT
- 81 PAVIMENT DE PEECES DE FORMIGÓ VIBRAT I PREMSAT PREFABRICAT, LLAMBORDI, DE 40X60X5
- 82 GRADA FORMADA PER ELEMENT DE FORMIGÓ, ACABAT LUS, EN FORMA DE L I SOBRE SOLERA DE FORMIGÓ
- 83 MORTER PER DONAR PENDENTS, AMB LÀMINA IMPERMEABILITZANT, AMB DOBLE LÀMINA DE BETUN POLIMÈRIC
- 84 CANAL PER RECOLLIR AIGUA, TIPUS ACODRAN N-300 AMB BASE DE FORMIGÓ POLIMÈRIC, PENDENT VARIABLE. REIXA DE FOSA

- 86 CANAL PER RECOLLIR AIGUA, TIPUS ACODRAN N-200 AMB BASE DE FORMIGÓ POLIMÈRIC, PENDENT VARIABLE. REIXA DE FOSA
- 87 LLOSA DE FORMIGÓ ARMAT, PINTADA AMB PINTURA ANTICARBONATZACIÓ TIPUS VANDEX INCOLORA I AMB CAUTIX LIQUIT EN PARAMENTS HORIZONTALS
- 88 CORONAMENT DE PARET DE 8MM DE GRUIX D'ACER GALVANITZAT
- 89 PAVIMENT PVC SOBRE CAPA DE MORTER DE REGULARITZACIÓ 5CM
- 90 PARET GERO 15CM
- 91 FALS SOSTRE ACÚSTIC DE FIBRES MINERALS, CAROLATS A SOSTRE
- 92 PARET TOTXANA 14 CM
- 93 ENCADELAT CERÀMIC DE 4CM
- 94 HEB 800 AMB PINTURA IGNIFUGA RF-30
- 95 HEB 200 AMB PINTURA IGNIFUGA RF-30
- 96 SOCOL FORMIGÓ VIST
- 97 SOLERA FORMIGÓ NETEJA DE 10CM DE GRUIX I AMPLADA DE 2M
- 98 IMPERMEABILITZACIÓ DE MURS AMB PINTURA FLEXIBLE AL CAUTIX ESPECIAL, AMB DUES CAPES, CANAL DRENNAT I GRAVES
- 99 REMAT XAPA D'ALUMINI LACAT DE 2MM DE GRUIX, BRANÇALS I PART INFERIOR DE LA LLINDA SOBRE TAULER DE DM



09.01

Annex IV. Plànols de distribució i estructura

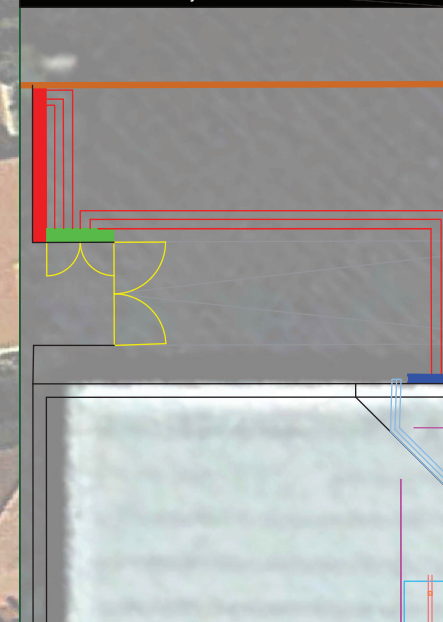


LEYENDA

Recinto Instituto

-  Placas fotovoltaicas 338 x 550 Wp LR5-72HPH-550M G2
-  Ubicación Inversor 100 kW SUN2000-100KTL-M2 + CP. INV.
-  CGP+CS+TMF-10
-  TMF - 10 GENERACION
-  Límites de parcela
-  Zanja CA
-  Perfiles 4.800 mm x 158
-  Perfiles 1.250 mm x 6
-  Perfiles 3.625 mm x 6
-  Perfiles 2.500 mm x 4
-  Perfiles 1.875 mm x 6

Detalle zona inversor y CGP+TMF



SIIE SL

Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sil-e.com

Responsable
IngenieroTécnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

PLÀNOL
Distribución elementos principales
Tipus
Proyecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

Número de plànol:
A-2



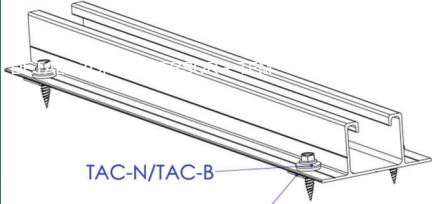
LEYENDA

Recinto Instituto

- Perfiles 4.800 mm x 158
 - Perfiles 1.250 mm x 6
 - Perfiles 3.625 mm x 6
 - Perfiles 2.500 mm x 4
 - Perfiles 1.875 mm x 6
- 136 x Unión perfiles
- 930 x Fijación a la cubierta
- Límits de parcel·la

Detalle fijacion a la cubierta

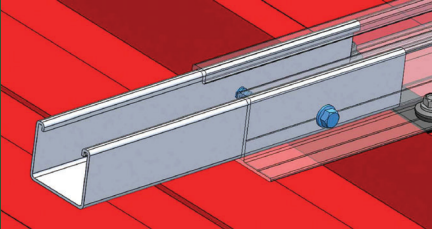
- Unión Tejado (Fabricante INDEXFIX)
- 2 x Tornillos de cosido Atlantis/Bimetal TAC-N / TAC-B
 - Cinta de estanqueidad de Butileno CS-B



Fijación con tornillo de cosido Atlantis/Bimetal (TAC-N/TAC-B)

Detalle unión perfiles

- Unión Perfiles (Fabricante INDEXFIX)
- Unión para perfil solar de aluminio con alas de fijación directa PSAUN200
 - 2 x Tornillos auto taladrantes DIN-7504-K en inoxidable A2-70 ABE15519



SIIE SL

Carrer Balmes, 188. Planta 6, porta 2. (08006 - Barcelona).
Telf. +34935066967
E-mail. info@sil-e.com

Responsable
IngenieroTécnico
Oleh Brylo
Colegiado número: 28485

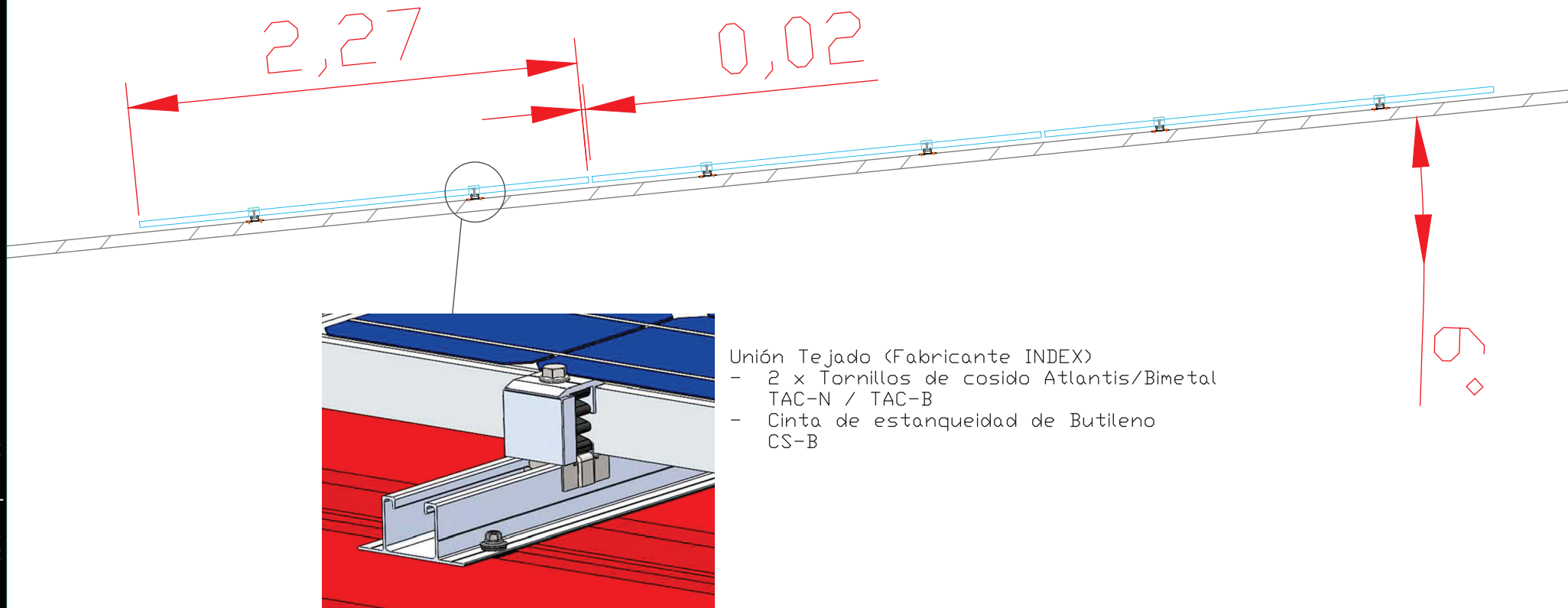
Data de disseny:
13/04/2026
Última revisió
20/04/2026

PLÀNOL
Distribución estructura
Tipus
Projecto ejecutivo

Mida d'impressió:
A3

Escala:
S/E
(Cotes en m.)

Número de plànol:
A-4



Grapa posición lateral		Grapa posición intermedia	
Opción 1: Grapa rápida	Opción 2: Grapa simple	Opción 1: Grapa rápida	Opción 2: Grapa simple

Annex V. Estudi de distribució de pes realitzat pel fabricant de l'estructura

Informe del proyecto
VENERSOL - Institut Olivar
Gran
22/05/2026

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

338 MÓDULOS

184,21 kWp

DISEÑO REALIZADO POR

ESTRUSOL SL

pere@estrusol.com

CONTENIDO

General Information	4	-	4
System-specific notes: Trapezoidal sheet metal rail AK	5	-	5
Planner	6	-	6
Ubicación y datos del cliente	7	-	8
Ubicación del proyecto - mapa de Google	9	-	9

edificio: Edificio 1**Tejado: Teulada 1**

Subestructura del tejado	10	-	10
Subestructura del tejado	11	-	11
FV - Módulos	12	-	12
Tipo de anclaje	13	-	14
Plan de diseño del módulo	15	-	15
Posición	16	-	16
Instrucciones de montaje	17	-	17
Estática CAD	18	-	18
Información estática: Áreas	19	-	19

edificio: Edificio 2**Tejado: Teulada 2**

Subestructura del tejado	20	-	20
Subestructura del tejado	21	-	21
FV - Módulos	22	-	22
Tipo de anclaje	23	-	24
Plan de diseño del módulo	25	-	25
Posición	26	-	26
Instrucciones de montaje	27	-	27
Estática CAD	28	-	28
Información estática: Áreas	29	-	29

edificio: Edificio 3**Tejado: Teulada 3**

Subestructura del tejado	30	-	30
Subestructura del tejado	31	-	31
FV - Módulos	32	-	32
Tipo de anclaje	33	-	34
Plan de diseño del módulo	35	-	35
Posición	36	-	36
Instrucciones de montaje	37	-	37
Estática CAD	38	-	38

Información estática: Áreas	39	-	39
Lista de material	40	-	40
Cortes de railes	41	-	42

General Information

This project report is based on the project data provided by the customer. Please check that all information in the project report is correct. Changes can lead to different static requirements and material quantities.

Since each roof has its own project and location-specific characteristics, expert clarification must always be carried out before installation. The installer has to check that the existing roof covering and substructure is suitable for the loads imposed by the PV system before installation occurs. The installer further has to check the condition of the roof substructure, the quality of the roof covering and the maximum loadbearing capacity of the roof structure. Reach out to a local structural engineer for that purpose. In areas where chloride-induced corrosion (e.g. maritime atmosphere) is possible, special corrosion protection measures are required, which must be assessed by a professional.

It is essential to observe the specifications in the installation instructions and the project report during installation. Non-observance of the specifications in the installation instructions and the project report can lead to damage to the PV system and the building and it may result in danger to life and limb!

When installing the PV system, always ensure that the module manufacturer's installation instructions are also observed.

The installation instructions regulate the basic installation steps. The object-specific project report takes into account the information on which the planning is based and may, under certain circumstances, have slightly different information regarding the areas of application of the installation system. Please observe the system-specific instructions and the link to the installation instructions in the respective roof section.

A PV system is an integral part of the building structure. Hence, for the purpose of electrical safety, all metallic parts must be electrically connected and integrated into the local equipotential bonding system in accordance with IEC 60364 and their corresponding national norms. Please create a grounding concept on site. In our product catalog we offer different components that can be combined for this purpose.

You can find our installation instructions at <http://www.sflex.com> (Downloads). Our general terms and conditions apply. These can be viewed at <http://www.sflex.com>.

QR-Code: Download Area



System-specific notes: Trapezoidal sheet metal rail AK

The system-specific specifications (such as expansion joints and separation distances) from the installation instructions must be observed during planning and installation. Since individual project-related special features have to be taken into account for each roof (roofing, purlin dimensions and material, etc.), an expert clarification must always be made before installation.

QR-Code: Assembly Instruction Trapezoidal sheet metal rail AK

PLANNED BY

Nombre de usuario

pere@estrusol.com

Compañía

ESTRUSOL SL

Nº de proyecto:

SF_DE_HY0WGHEX



DATOS DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	VENERSOL - Institut Olivar Gran
Nº de proyecto:	SF_DE_HY0WGHEX
Comentarios	
Responsable planificación	
Software v.:	11.0.53.57392

Teulada 1

Número de módulos	180
Rendimiento de la planta	98,1 kWp
Orientation [°]	139,84
Pitch angle of roof α	5,7 °
Deadload on Array Roof Area	12,66 kg/m ²

Teulada 2

Número de módulos	74
Rendimiento de la planta	40,33 kWp
Orientation [°]	230,02
Pitch angle of roof α	5,7 °
Deadload on Array Roof Area	12,71 kg/m ²

Teulada 3

Número de módulos	84
Rendimiento de la planta	45,78 kWp
Orientation [°]	319,97
Pitch angle of roof α	5,7 °
Deadload on Array Roof Area	12,72 kg/m ²

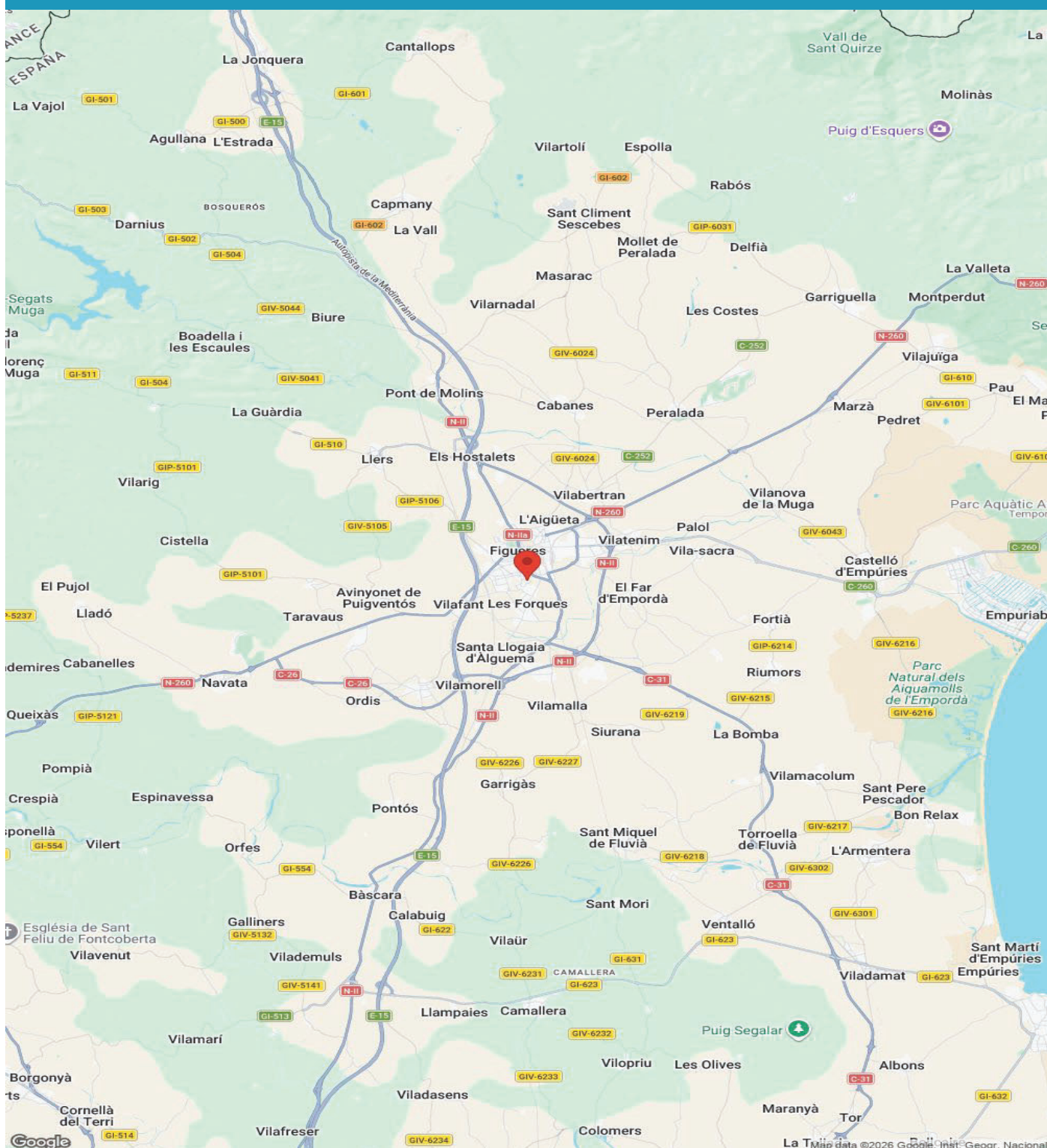
Número de módulosSuma	338
Rendimiento de la planta Suma	184,21 kWp
Superficie total del tejado	1.678,72 m ²
Superficie de techo disponible	1.563,7 m ²
Superficie cubierta (módulos)	873,14 m ²

DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Nombre	
Compañía	VENERSOL
Calle	Avinguda Maria Angels Anglada 11
CP:	17600
Ciudad	Figueros

Teléfono	
Email	
Notas	
País	Spain
Latitud [°]	42,25605
Longitud [°]	2,96095
Altitud	39

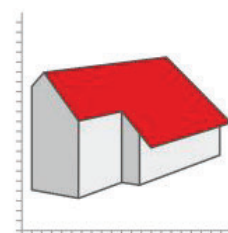
UBICACIÓN DEL PROYECTO - MAPA DE GOOGLE



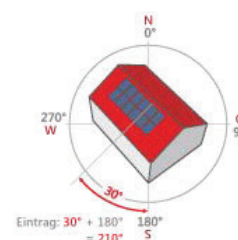
TEJADO [TEULADA 1]

Área del techo [m ²]	868,42
Altura del edificio h [m]	11
Inclinación [°]	5,7
Cubierta	Chapa trapezoidal
Orientación [°]	139,84

Libre (inclinado)



Orientación [°] *



CARGA DE NIEVE SEGÚN UNE EN 1991-1-3:2018

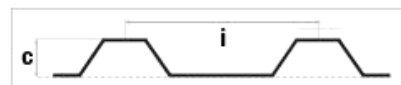
Carga de nieve [kN / m ²]:	0,336
Topography:	Normal
Altitud sobre el nivel del mar [m]	39
Área de carga de nieve:	2
Inclinación del tejado [°]	5,7
Forma coeficiente de μ_i :	0,8

CARGA DE VIENTO SEGÚN UNE-EN 1991-1-4/NA:2018

Wind Load [kN/m ²]*:	0,931
terreno Categoría:	III
Altura del edificio h [m]:	11
Altura de referencia [m]	11
Zona de viento (ver mapa de las zonas de viento):	C
factor de orografía; de acuerdo con 4.3.3. (A.3):	1

ESTRUCTURA TEJADO [TEULADA 1]

Distancia entre molduras i [mm]	800
Chapa trapezoidal altura c [mm] *	45
Primera greca partiendo de la izquierda [mm]	100
Anchura de la greca [mm] *	40
material para techos	Acero
Espesor de chapa [mm] *	0,8



FV - MÓDULOS [TEULADA 1]

Fabricante	LONGI Solar
Nombre	LR5-72HPH-545M
Ancho [mm]	1134
Altura [mm]	2278
Grosor [mm]	35
Encuadramiento	Aluminium
Masa [kg]	27,5
Potencia nominal [W]	545
Tipo	Monocrystalline
Instalación	En ambos lados
Color del marco	Aluminum
Coefficiente de temperatura [% / ° C]	-0,34
Eficiencia STC	0,211
Corriente de salida MPP - STC (A)	13,04
Tensión de salida MPP - STC [V]	41,8
Corriente de cortocircuito [A]	13,92
Tensión en circuito abierto (V)	49,65
Temperatura coeficiente de potencia [% / K]	0,05
Temperatura coeficiente tensión [% / K]	-0,265
Máx. tensión del sistema UE	1500
Requiere separación galvánica	Nombre

TIPO DE ANCLAJE [TEULADA 1]

Tipo de anclaje Rail AK para chapa trapezoidal

Descripción artículo: Trapezoidal Metal Sheet Rail AK I=3150

Número artículo: 30-100-049

Geometría:

Largo: 3150 mm

Ancho: 80 mm

Altura: 27 mm

Diámetro agujero: ohne

Cinta sellante: ohne

Componente adicional:

Número artículo: 720-100-009

Elementos de fijación/para anclaje Sheet metal screw A2 6.0x25

Number of Connection Components 2

Nº de fijaciones 422

Max. Carga sobre fijación 70,61 %

Sistema de posicionamiento Sistema simple

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

MODULE RAILS [TEULADA 1]

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

Carga máx. en el rail del módulo 90,33 %

GRAPAS [TEULADA 1]

Grapa media: Grapa intermedia AK II Klick 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization 50,45 %

End clamp Grapa final AK II Klick 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization 76,77 %

Nota: Por favor, compruebe si los puntos terminales del módulo corresponden a las instrucciones del fabricante. Si los puntos de conexión no se corresponden con los datos del fabricante de los módulos, se recomienda ponerse en contacto con el fabricante del módulo para obtener una liberación de la programación. No se ofrecen garantías para el hecho de que la conexión propuesta es liberada por el fabricante.

DETALLES SOBRE ESTÁTICA [TEULADA 1]

PV array mass	m_{array}	5.887,67 kg
PV array area	A_{array}	464,99 m ²
Dead load on PV array area	G_{array}	0,12 kN/m ²
Normal Dead load on PV array area	$G_{array,n}$	0,12 kN/m ²
Parallel Dead load on PV array area	$G_{array,p}$	0,012 kN/m ²
LK1, Normal force on PV array area	$F_{array,1,n}$	330,77 kN
LK1, Parallel force on PV array area	$F_{array,1,p}$	32,47 kN
LK2, Normal force on PV array area	$F_{array,2,n}$	218,42 kN
LK2, Parallel force on PV array area	$F_{array,2,p}$	20,9 kN
LK3, Normal force on PV array area	$F_{array,3,n}$	-357,6 kN
LK3, Parallel force on PV array area	$F_{array,3,p}$	2,53 kN
Superficie del módulo	A_{pv}	2,58 m ²
Max. Load on Module, downward	Max [$Q_{1,n}$ $Q_{2,n}$]	0,71 kN/m ²
Max. Load on Module, upward	$Q_{3,n}$	-1,89 kN/m ²

PLAN DE DISEÑO DEL MÓDULO [TEULADA 1]

Posición del módulo hochkant Belegung

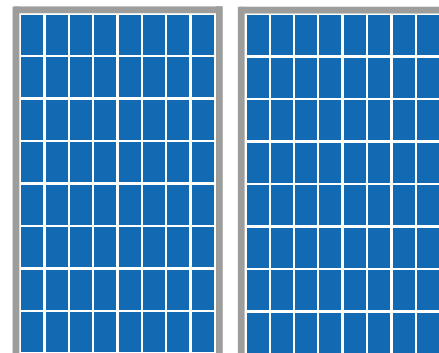
Separación horizontal entre módulos [mm] 20

Separación vertical entre módulos [mm] 20

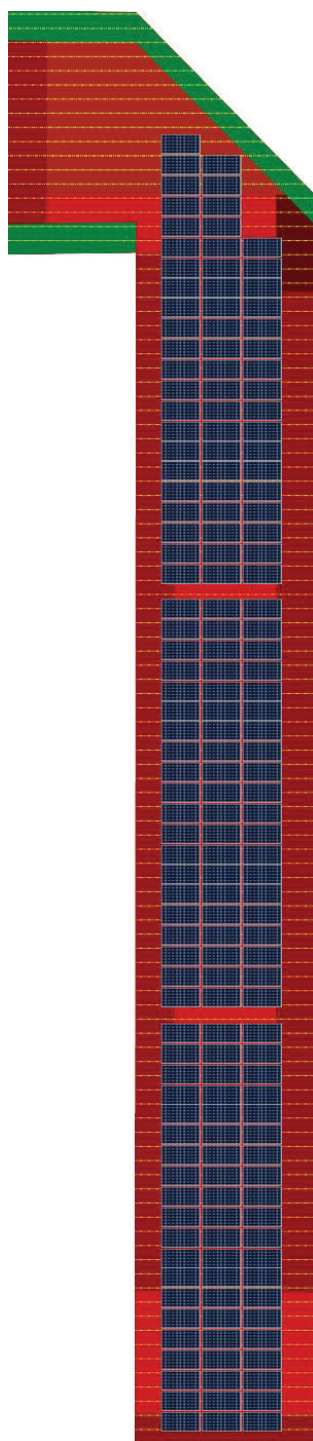
Punto de partida horizontal del módulo (abajo a la izquierda, en mm)

Punto de partida vertical del módulo (abajo a la izquierda, en mm) 300

Distancia al borde del tejado [mm] 300



POSICIÓN [TEULADA 1]



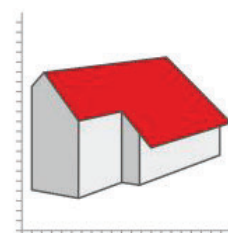
INFORMACIÓN ESTÁTICA: UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN [TEULADA 1]



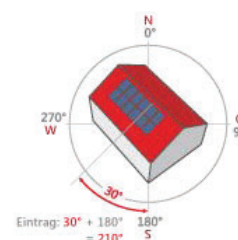
TEJADO [TEULADA 2]

Área del techo [m ²]	382,68
Altura del edificio h [m]	11
Inclinación [°]	5,7
Cubierta	Chapa trapezoidal
Orientación [°]	230,02

Libre (inclinado)



Orientación [°] *



CARGA DE NIEVE SEGÚN UNE EN 1991-1-3:2018

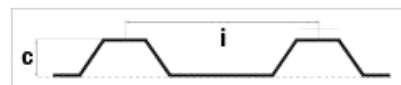
Carga de nieve [kN / m ²]:	0,336
Topography:	Normal
Altitud sobre el nivel del mar [m]	39
Área de carga de nieve:	2
Inclinación del tejado [°]	5,7
Forma coeficiente de μ_i :	0,8

CARGA DE VIENTO SEGÚN UNE-EN 1991-1-4/NA:2018

Wind Load [kN/m ²]*:	0,931
terreno Categoría:	III
Altura del edificio h [m]:	11
Altura de referencia [m]	11
Zona de viento (ver mapa de las zonas de viento):	C
factor de orografía; de acuerdo con 4.3.3. (A.3):	1

ESTRUCTURA TEJADO [TEULADA 2]

Distancia entre molduras i [mm]	800
Chapa trapezoidal altura c [mm] *	45
Primera greca partiendo de la izquierda [mm]	100
Anchura de la greca [mm] *	40
material para techos	Acero
Espesor de chapa [mm] *	0,8



FV - MÓDULOS [TEULADA 2]

Fabricante	LONGI Solar
Nombre	LR5-72HPH-545M
Ancho [mm]	1134
Altura [mm]	2278
Grosor [mm]	35
Encuadramiento	Aluminium
Masa [kg]	27,5
Potencia nominal [W]	545
Tipo	Monocrystalline
Instalación	En ambos lados
Color del marco	Aluminum
Coefficiente de temperatura [% / ° C]	-0,34
Eficiencia STC	0,211
Corriente de salida MPP - STC (A)	13,04
Tensión de salida MPP - STC [V]	41,8
Corriente de cortocircuito [A]	13,92
Tensión en circuito abierto (V)	49,65
Temperatura coeficiente de potencia [% / K]	0,05
Temperatura coeficiente tensión [% / K]	-0,265
Máx. tensión del sistema UE	1500
Requiere separación galvánica	Nombre

TIPO DE ANCLAJE [TEULADA 2]

Tipo de anclaje Rail AK para chapa trapezoidal

Descripción artículo: Trapezoidal Metal Sheet Rail AK I=3150

Número artículo: 30-100-049

Geometría:

Largo: 3150 mm

Ancho: 80 mm

Altura: 27 mm

Diámetro agujero: ohne

Cinta sellante: ohne

Componente adicional:

Número artículo: 720-100-009

Elementos de fijación/para anclaje Sheet metal screw A2 6.0x25

Number of Connection Components 2

Nº de fijaciones 182

Max. Carga sobre fijación 63,75 %

Sistema de posicionamiento Sistema simple

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

MODULE RAILS [TEULADA 2]

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

Carga máx. en el rail del módulo 92,02 %

GRAPAS [TEULADA 2]

Grapa media: Grapa intermedia AK II Klick 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization 31,63 %

End clamp Grapa final AK II Klick 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization	39,17 %
------------------	---------

Nota: Por favor, compruebe si los puntos terminales del módulo corresponden a las instrucciones del fabricante. Si los puntos de conexión no se corresponden con los datos del fabricante de los módulos, se recomienda ponerse en contacto con el fabricante del módulo para obtener una liberación de la programación. No se ofrecen garantías para el hecho de que la conexión propuesta es liberada por el fabricante.

DETALLES SOBRE ESTÁTICA [TEULADA 2]

PV array mass	m_{array}	2.429,95 kg
PV array area	A_{array}	191,16 m ²
Dead load on PV array area	G_{array}	0,12 kN/m ²
Normal Dead load on PV array area	$G_{array,n}$	0,12 kN/m ²
Parallel Dead load on PV array area	$G_{array,p}$	0,012 kN/m ²
LK1, Normal force on PV array area	$F_{array,1,n}$	135,85 kN
LK1, Parallel force on PV array area	$F_{array,1,p}$	13,34 kN
LK2, Normal force on PV array area	$F_{array,2,n}$	89,58 kN
LK2, Parallel force on PV array area	$F_{array,2,p}$	8,57 kN
LK3, Normal force on PV array area	$F_{array,3,n}$	-139,19 kN
LK3, Parallel force on PV array area	$F_{array,3,p}$	2,69 kN
Superficie del módulo	A_{pv}	2,58 m ²
Max. Load on Module, downward	$\text{Max} [Q_{1,n} Q_{2,n}]$	0,71 kN/m ²
Max. Load on Module, upward	$Q_{3,n}$	-0,92 kN/m ²

PLAN DE DISEÑO DEL MÓDULO [TEULADA 2]

Posición del módulo hochkant Belegung

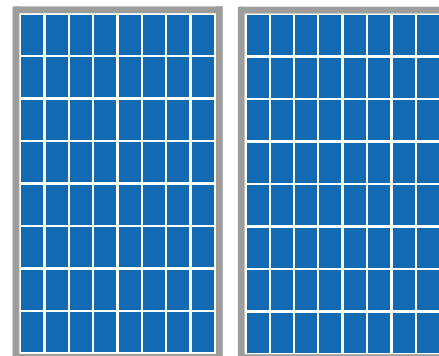
Separación horizontal entre módulos [mm] 20

Separación vertical entre módulos [mm] 20

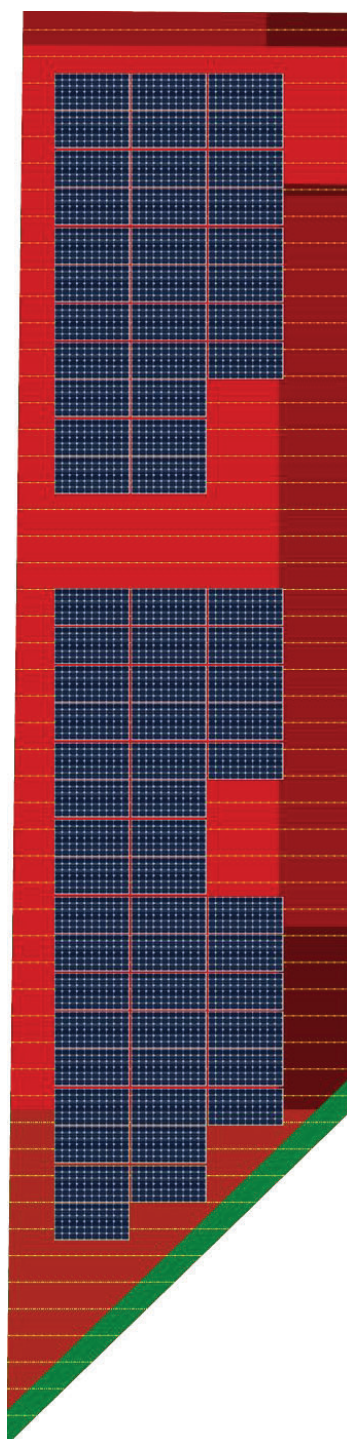
Punto de partida horizontal del módulo (abajo a la izquierda, en mm) 0

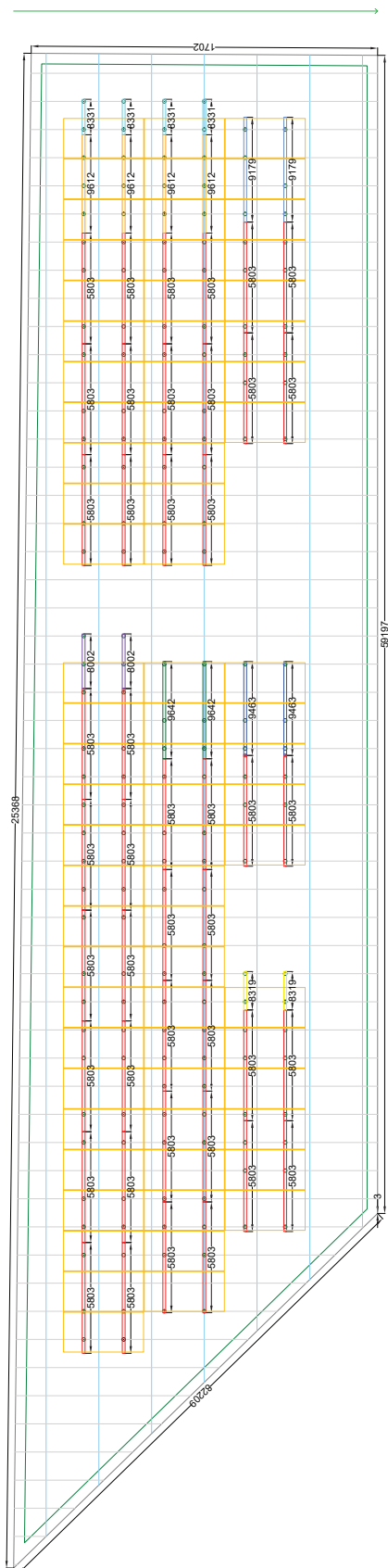
Punto de partida vertical del módulo (abajo a la izquierda, en mm) 300

Distancia al borde del tejado [mm] 300

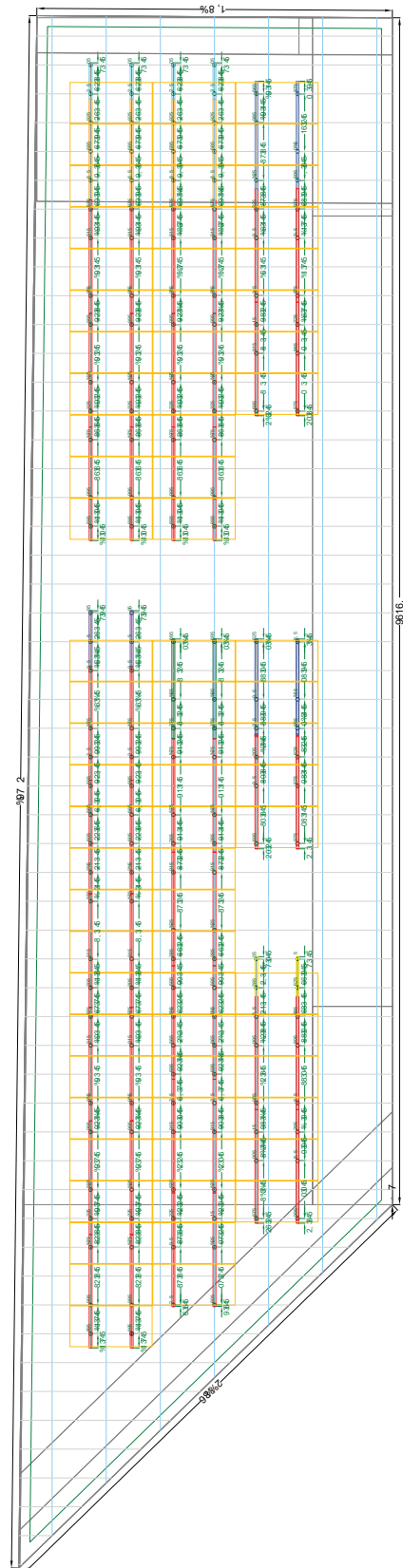


POSICIÓN [TEULADA 2]

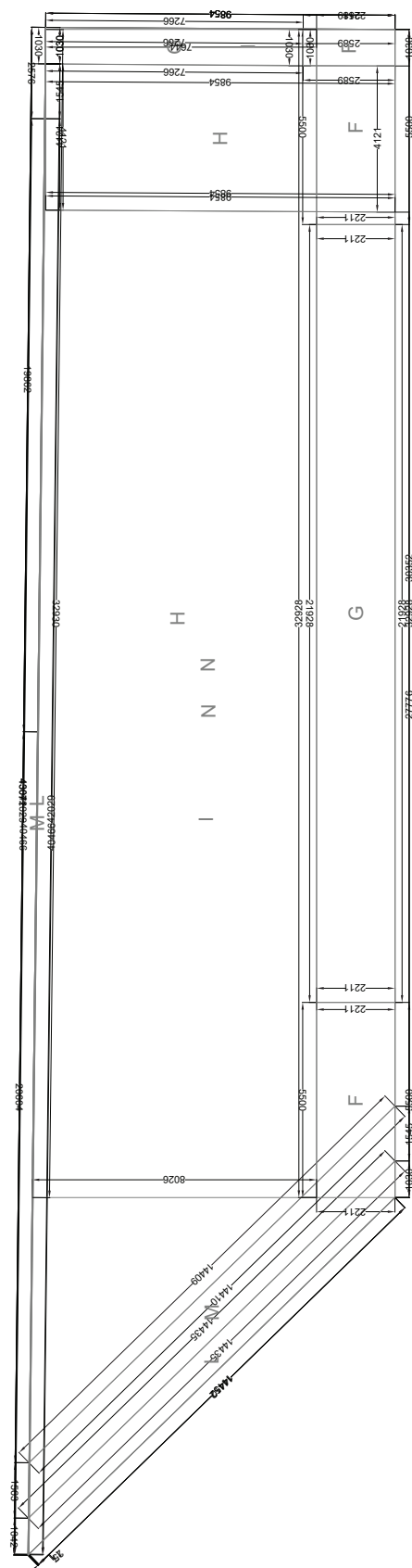




INFORMACIÓN ESTÁTICA: UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN [TEULADA 2]



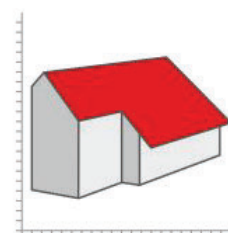
INFORMACIÓN ESTÁTICA: ÁREAS [TEULADA 2]



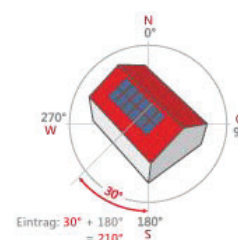
TEJADO [TEULADA 3]

Área del techo [m ²]	427,62
Altura del edificio h [m]	7
Inclinación [°]	5,7
Cubierta	Chapa trapezoidal
Orientación [°]	319,97

Libre (inclinado)



Orientación [°] *



CARGA DE NIEVE SEGÚN UNE EN 1991-1-3:2018

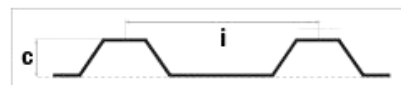
Carga de nieve [kN / m ²]:	0,336
Topography:	Normal
Altitud sobre el nivel del mar [m]	39
Área de carga de nieve:	2
Inclinación del tejado [°]	5,7
Forma coeficiente de μ_i :	0,8

CARGA DE VIENTO SEGÚN UNE-EN 1991-1-4/NA:2018

Wind Load [kN/m ²]*:	0,78
terreno Categoría:	III
Altura del edificio h [m]:	7
Altura de referencia [m]	7
Zona de viento (ver mapa de las zonas de viento):	C
factor de orografía; de acuerdo con 4.3.3. (A.3):	1

ESTRUCTURA TEJADO [TEULADA 3]

Distancia entre molduras i [mm]	800
Chapa trapezoidal altura c [mm] *	45
Primera greca partiendo de la izquierda [mm]	100
Anchura de la greca [mm] *	40
material para techos	Acero
Espesor de chapa [mm] *	0,8



FV - MÓDULOS [TEULADA 3]

Fabricante	LONGI Solar
Nombre	LR5-72HPH-545M
Ancho [mm]	1134
Altura [mm]	2278
Grosor [mm]	35
Encuadramiento	Aluminium
Masa [kg]	27,5
Potencia nominal [W]	545
Tipo	Monocrystalline
Instalación	En ambos lados
Color del marco	Aluminum
Coefficiente de temperatura [% / ° C]	-0,34
Eficiencia STC	0,211
Corriente de salida MPP - STC (A)	13,04
Tensión de salida MPP - STC [V]	41,8
Corriente de cortocircuito [A]	13,92
Tensión en circuito abierto (V)	49,65
Temperatura coeficiente de potencia [% / K]	0,05
Temperatura coeficiente tensión [% / K]	-0,265
Máx. tensión del sistema UE	1500
Requiere separación galvánica	Nombre

TIPO DE ANCLAJE [TEULADA 3]

Tipo de anclaje Rail AK para chapa trapezoidal

Descripción artículo: Trapezoidal Metal Sheet Rail AK I=3150

Número artículo: 30-100-049

Geometría:

Largo: 3150 mm

Ancho: 80 mm

Altura: 27 mm

Diámetro agujero: ohne

Cinta sellante: ohne

Componente adicional:

Número artículo: 720-100-009

Elementos de fijación/para anclaje Sheet metal screw A2 6.0x25

Number of Connection Components 2

Nº de fijaciones 201

Max. Carga sobre fijación 53,29 %

Sistema de posicionamiento Sistema simple

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

MODULE RAILS [TEULADA 3]

Rail bajo el módulo Trapezoidal Metal Sheet Rail AK

Carga máx. en el rail del módulo 65,04 %

GRAPAS [TEULADA 3]

Grapa media: Grapa intermedia AK II Klick 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization 24,64 %

End clamp Grapa final AK II Click 30-50 A

Height-adjustable mid clamp.
Compatible with all sflex mounting rails with outer click technology (AK).
Approval: Z-14.4-858
Clamping range: 30-50 mm
Clamp width: 40 mm
Clamping overlap: 11 mm
Material: Aluminium EN AW-6063 T6, extruded
Screw fitting material: Stainless steel A2-70 A (anti-friction coating)

Max. utilization 31,75 %

Nota: Por favor, compruebe si los puntos terminales del módulo corresponden a las instrucciones del fabricante. Si los puntos de conexión no se corresponden con los datos del fabricante de los módulos, se recomienda ponerse en contacto con el fabricante del módulo para obtener una liberación de la programación. No se ofrecen garantías para el hecho de que la conexión propuesta es liberada por el fabricante.

DETALLES SOBRE ESTÁTICA [TEULADA 3]

PV array mass	m_{array}	2.759,31 kg
PV array area	A_{array}	216,99 m ²
Dead load on PV array area	G_{array}	0,12 kN/m ²
Normal Dead load on PV array area	$G_{array,n}$	0,12 kN/m ²
Parallel Dead load on PV array area	$G_{array,p}$	0,012 kN/m ²
LK1, Normal force on PV array area	$F_{array,1,n}$	154,01 kN
LK1, Parallel force on PV array area	$F_{array,1,p}$	15,16 kN
LK2, Normal force on PV array area	$F_{array,2,n}$	101,35 kN
LK2, Parallel force on PV array area	$F_{array,2,p}$	9,76 kN
LK3, Normal force on PV array area	$F_{array,3,n}$	-175,8 kN
LK3, Parallel force on PV array area	$F_{array,3,p}$	2,7 kN
Superficie del módulo	A_{pv}	2,58 m ²
Max. Load on Module, downward	Max [$Q_{1,n}$ $Q_{2,n}$]	0,71 kN/m ²
Max. Load on Module, upward	$Q_{3,n}$	-0,87 kN/m ²

PLAN DE DISEÑO DEL MÓDULO [TEULADA 3]

Posición del módulo hochkant Belegung

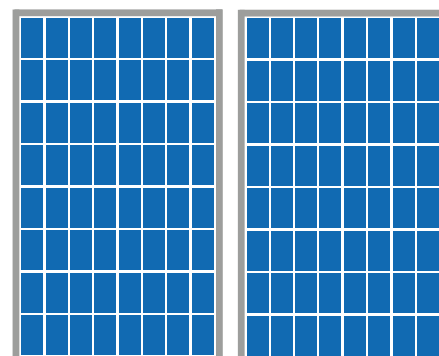
Separación horizontal entre módulos [mm] 20

Separación vertical entre módulos [mm] 20

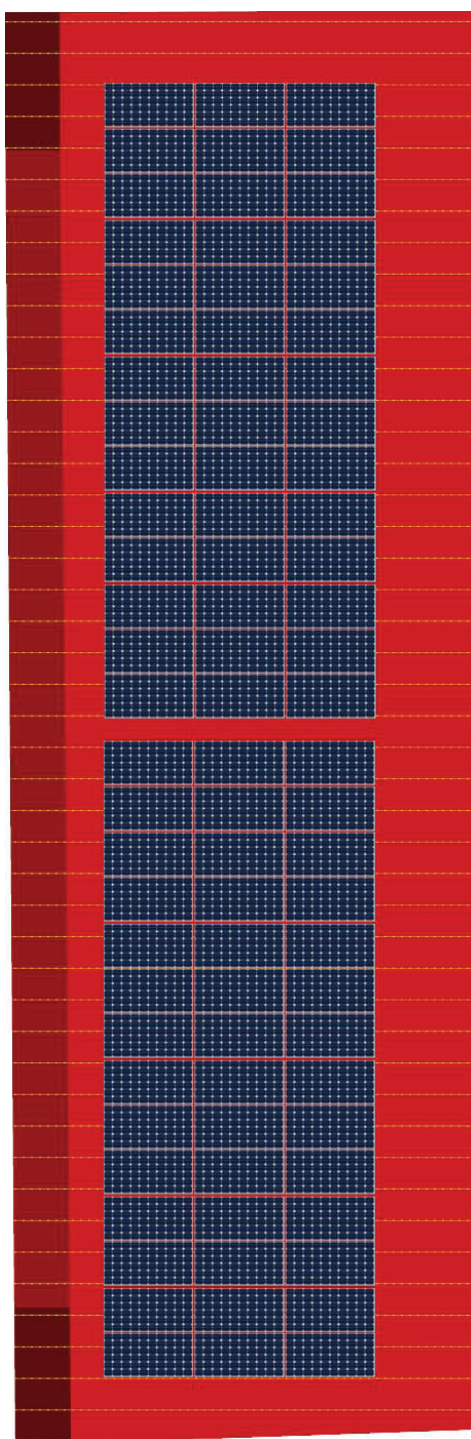
Punto de partida horizontal del módulo (abajo a la izquierda, en mm)

Punto de partida vertical del módulo (abajo a la izquierda, en mm) 300

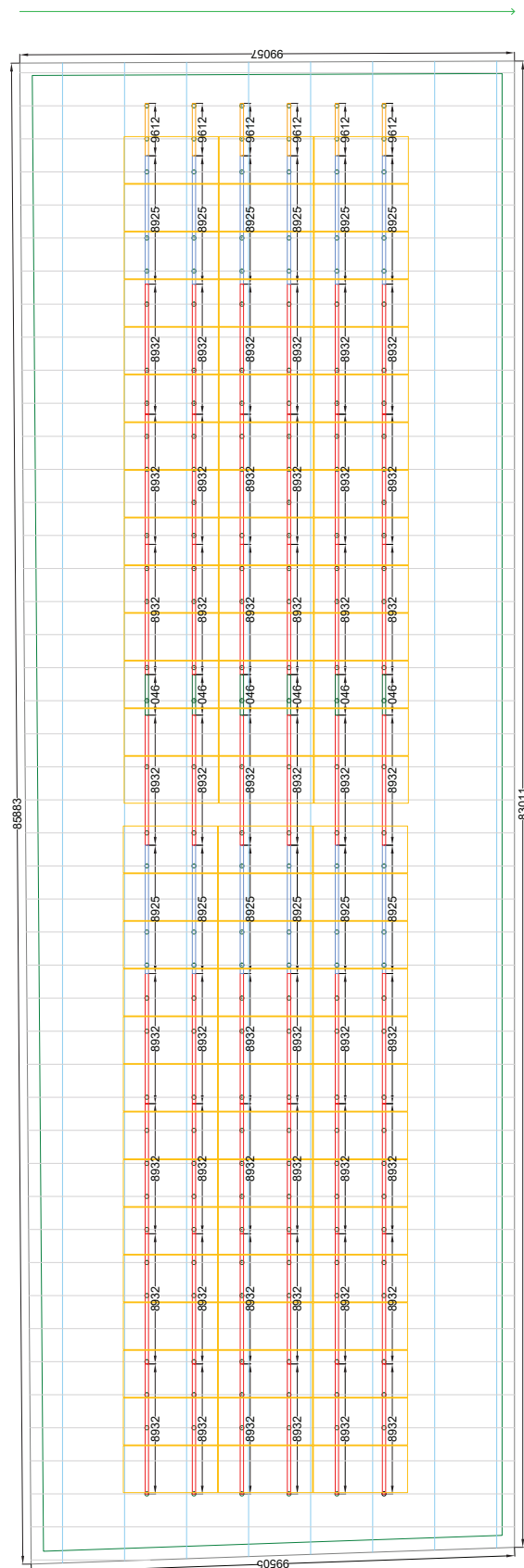
Distancia al borde del tejado [mm] 300



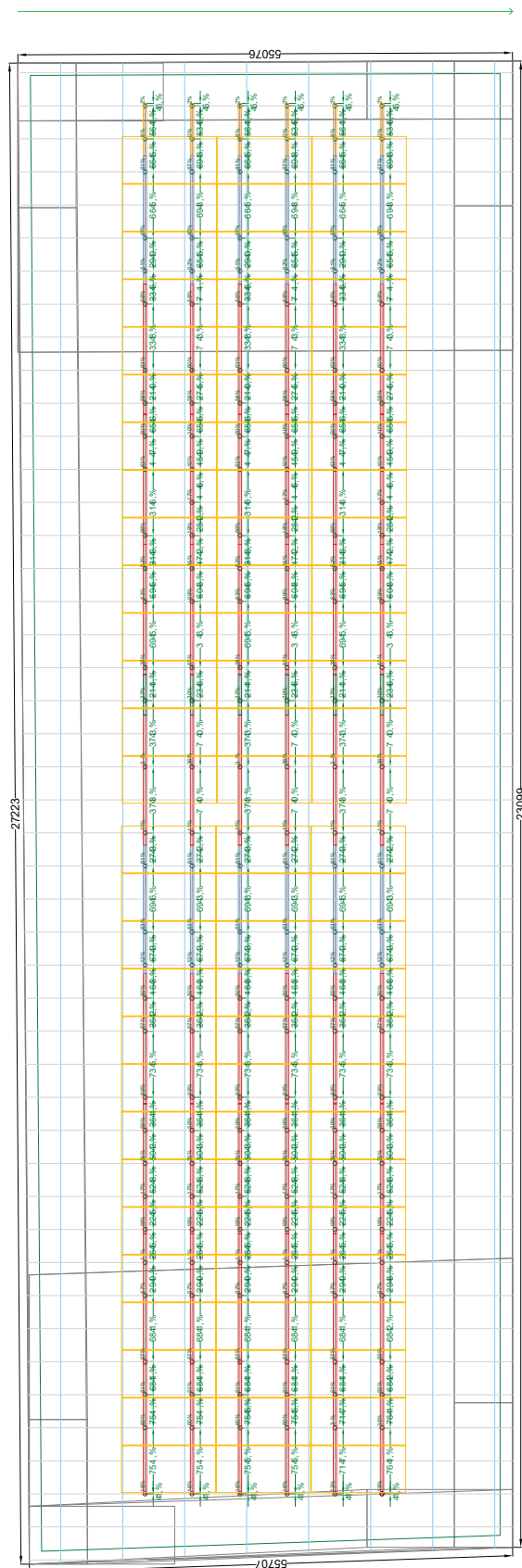
POSICIÓN [TEULADA 3]



INSTRUCCIONES DE MONTAJE [TEULADA 3]



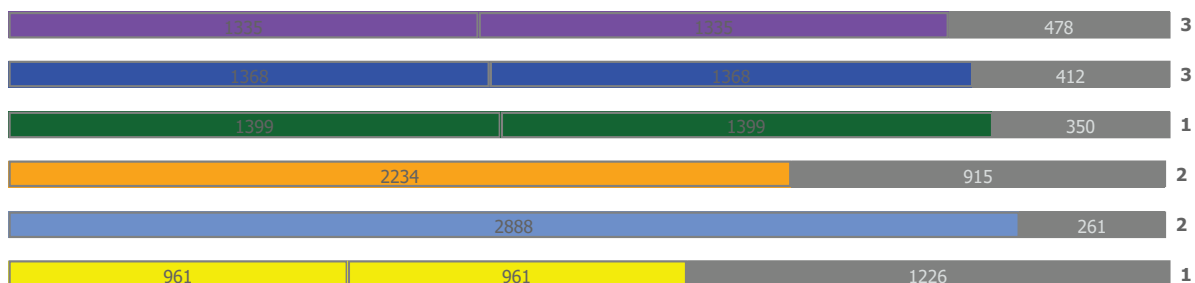
INFORMACIÓN ESTÁTICA: UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS DE FIJACIÓN [TEULADA 3]



LISTA TOTAL DE MATERIAL									
Imagen	Ref.	Descripción	Agregar Info.	UE	Cantidad	Anzahl exakt	Peso total	Longitud (mm)	Longitud total (mm) Categoría del producto
	30-100-049	Trapezoidal sheet metal rail AK l=3150		1	258	258	1679,038	3150,00	812700,00
	30-400-008	End Clamp AK II klick 30-50 A		10	90	88	5,400	--	--
	30-400-049	Mid Clamp MC AK II klick 30-50 A		40	640	632	32,000	--	--
	30-700-002	Slipping protection		25	250	236	2,000	--	--
	700-900-002	Sheet metal screw A2 6,0x25 E16		100	3300	3220	19,800	--	--
	720-100-012	Sealing tape 80x2 mm (20 m roll)		1	46	46	39,100	--	--
	720-800-004	Cable clip 0,7-3,0 mm KC 15		100	400	338	1,200	--	--
							1778,54		--

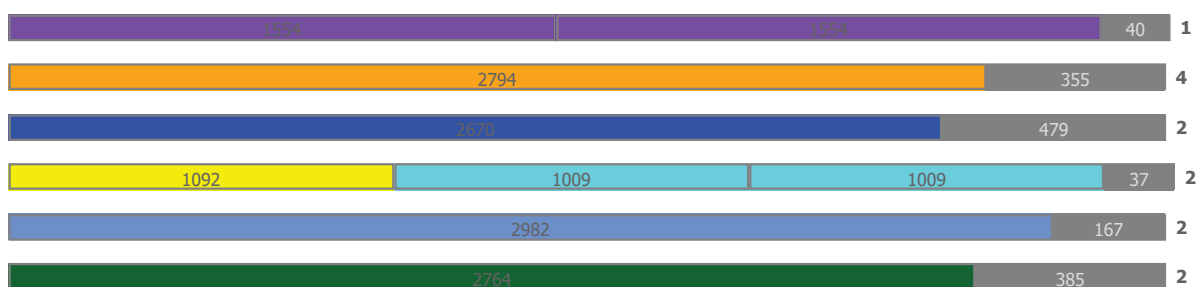
TEULADA 1

CORTE PARA TRAPEZBLECHSCHIENE AK L=3150 [30-100-049]



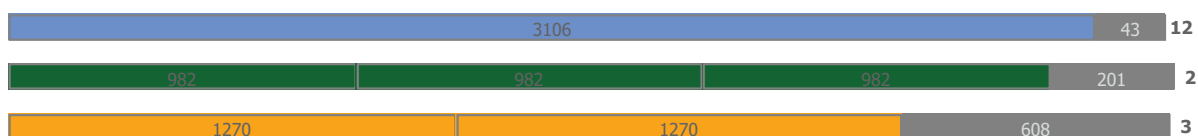
TEULADA 2

CORTE PARA TRAPEZBLECHSCHIENE AK L=3150 [30-100-049]



TEULADA 3

CORTE PARA TRAPEZBLECHSCHIENE AK L=3150 [30-100-049]



Atención: Los resultados generados no están sujetos a ningún tipo de garantía. Dependiendo de la complejidad de los cálculos, opcionalmente pueden ser propuestas otras soluciones más óptimas!